

# **Instituto Tecnológico de Costa Rica**

## **Escuela de Ingeniería en Electrónica**



### **Diseño de un prototipo de teléfono público de prepago 197 ICE**

#### **Informe de Proyecto de Graduación para optar por el título de Ingeniero en Electrónica con el grado académico de Licenciatura**

**Jose Lanzoni Marín**

**José Arturo Fernández Salas**

**Cartago, Marzo del 2006**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**TRIBUNAL EVALUADOR**

Proyecto de Graduación defendido ante el presente Tribunal Evaluador como requisito para optar por el título de Ingeniero en Electrónica con el grado académico de Licenciatura, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

**Miembros del Tribunal**

		
Ing. Miguel Hernández Rivera		M.Sc. Ing. Carlos Badilla Corrales
Profesor asesor		Profesor lector

Los miembros de este Tribunal dan fe de que el presente trabajo de graduación ha sido aprobado y cumple con las normas establecidas por la Escuela de Ingeniería Electrónica

Cartago, 20 de marzo del 2006

Declaro que el presente Proyecto de Graduación ha sido realizado enteramente por mi persona, utilizando y aplicando literatura referente al tema e introduciendo conocimientos propios.

En los casos en que he utilizado bibliografía, he procedido a indicar las fuentes mediante las respectivas citas bibliográficas.

En consecuencia, asumo la responsabilidad total por el trabajo de graduación realizado y por el contenido del correspondiente informe final.

Cartago, 22 de marzo del 2006



José Arturo Fernández Salas

Céd: 2-0512-0440

Declaro que el presente Proyecto de Graduación ha sido realizado enteramente por mi persona, utilizando y aplicando literatura referente al tema e introduciendo conocimientos propios.

En los casos en que he utilizado bibliografía, he procedido a indicar las fuentes mediante las respectivas citas bibliográficas.

En consecuencia, asumo la responsabilidad total por el trabajo de graduación realizado y por el contenido del correspondiente informe final.

Cartago, 22 de marzo del 2006

Jose Lanzoni Marín

Jose Lanzoni Marín

Céd: 1-1039-0388

## Resumen

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), tiene como objetivo el desarrollo y préstamo de servicios en telecomunicaciones. Con el fin de promover el bienestar de los habitantes del país, pretende entre otras cosas realizar mejoras al sistema de telefonía pública.

Este proyecto nació como una medida ante la posible interrupción del servicio de telefonía pública, debido a la dependencia de la Institución con la empresa privada a la que se le alquilaba el equipo telefónico. El problema radica en la carencia de una segunda opción que le permita al ICE mantener la red de telefonía pública habilitada en caso de la finalización del contrato.

La solución planteada consiste en el diseño de un prototipo de teléfono público que, además de contar con las funciones básicas, integre algunas otras, como el despliegue de la información en una pantalla LCD, lectura de código de barras para capturar la información de una tarjeta de prepago y un módulo que le permita una comunicación de datos en doble vía. Además, el diseño se orientó a un sistema de bajo consumo de corriente de línea, para evitar limitaciones en el radio de trabajo desde el armario.

El desarrollo de este proyecto le permite al ICE contar con su propio diseño de teléfono público, el cual podrá ser sometido a modificaciones según sean las necesidades del servicio telefónico.

Palabras clave: Telefonía, teléfono de prepago, diseño telefónico.

## **Abstract**

The Costa Rican Institute of Electricity (ICE) is the responsible of developing and bringing telecommunication services to Costa Rica. In order to promote the well being of the habitants of the country it pretends among other things to improve their public telephone system.

This project was born as a continence plan for the possible interruption of the public telephone service, this due to the dependency of the entity with a private enterprise which they rented the equipment from. The problem is the lack of a second option that would let the ICE keep the telephone network as it is in case that the contract is finished.

The solution consists in the design of a public telephone prototype that besides the main functions of a public telephone, integrates some other features, such as a LCD to display information, bar code reader for the telephone card and a module that would allow a full duplex data communication. Besides, the design was oriented as low consumption of current from the line to avoid limitations in the work area from the telephone cabin.

The development of this project gives the ICE the opportunity to have its own public telephone design, which can be submitted to changes according to the needs of the service in Costa Rica.

Keywords: Telephony, payphone, phone design.

*Dedico este trabajo a mis padres sin su apoyo incondicional no lo hubiera  
logrado. Los quiero.*

*José Arturo Fernández Salas*

*A mi familia y amigos por todo el apoyo brindado, comprensión y  
confianza en mí.*

*Muchas gracias*

*Jose Lanxeni Marin*



### **Todo mi agradecimiento**

**A Dios por darme las fuerzas necesarias para cumplir con este reto de mi vida.**

**A mi asesor de proyecto Ing. Miguel Hernández Rivera por sus correcciones y sugerencias.**

**Al M.Sc. Ing. Carlos Badilla Corrales por abrirme las puertas en la carrera de ingeniería electrónica.**

**Al Sr. Ronald Soto por su fundamental ayuda en la creación de los circuitos impresos del sistema.**

**A todos mis compañeros por su ayuda a lo largo de toda la carrera.**

**A mis hermanos Maricruz, Federico y Marco por su apoyo incondicional.**

**A mi novia Melania por su apoyo y consejos en los momentos que más lo ocupaba.**

**A mis padres por enseñarme tantas cosas que no se aprenden en una universidad.**

**Gracias a todos,**

**Jose Lanzoni Marín**

## ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1 :	Introducción.....	16
1.1.	Problema existente e importancia de su solución .....	16
1.2.	Solución seleccionada .....	17
Capítulo 2 :	Meta y Objetivos .....	18
2.1.	Meta.....	18
2.2.	Objetivo general.....	18
2.3.	Objetivos específicos .....	18
Capítulo 3 :	Marco teórico .....	19
3.1.	Descripción del sistema o proceso a mejorar .....	19
3.2.	Descripción de los principales principios físicos y electrónicos relacionados con la solución. ....	22
3.2.1.	Estructura Básica del Sistema Telefónico .....	22
3.2.2.	Central telefónica .....	23
3.2.3.	El lazo local .....	23
3.2.4.	Señales en el circuito local .....	23
3.2.5.	El teléfono .....	26
3.2.6.	Sobretensiones .....	27
3.2.7.	Código de barras .....	32
3.2.8.	Cargadores de baterías de NiCad .....	35
Capítulo 4 :	Procedimiento Metodológico .....	36
4.1.	Implementación de la solución.....	36
4.1.1.	Desarrollo de un teléfono público básico. ....	36
4.1.2.	Protección contra sobrecargas en la red telefónica. ....	37
4.1.3.	Interfaz gráfica .....	39
4.1.4.	Lectura del código de barras .....	39
4.1.5.	Comunicación de datos en doble vía.....	40
Capítulo 5 :	Descripción detallada de la solución .....	42
5.1.	Análisis de la solución.....	42

5.2.	Descripción del hardware .....	44
5.2.1.	Circuito de voz .....	44
5.2.2.	Módulo LCD .....	47
5.2.3.	Circuito de teclado .....	49
5.2.4.	Módulo LCB .....	52
5.2.5.	Módulo del MODEM .....	55
5.2.6.	Circuito de control .....	59
5.2.7.	Módulo de Protección .....	62
5.2.8.	Módulo de Alimentación y carga .....	69
5.3.	Descripción del software .....	79
Capítulo 6 :	Análisis de Resultados .....	88
6.1.	Análisis de resultados .....	88
Capítulo 7 :	Conclusiones y recomendaciones .....	95
7.1.	Conclusiones .....	95
7.2.	Recomendaciones .....	96
Bibliografía	.....	97
Apéndices	.....	101
A.1	Glosario, abreviaturas y simbología .....	102
A.2	Esquemáticos .....	103
A.2.1	Circuito de teléfono básico .....	103
A.2.2	Circuito de control .....	104
A.2.3	MODEM .....	105
A.2.4	Circuito de protección .....	106
A.2.5	Circuito de carga .....	107
A.3	Correspondencia de pines en conectores entre cada módulo .....	108
A.4	Código C .....	112
A.5	Información sobre la institución .....	114
A.5.1	Descripción de la empresa .....	114
A.5.2	Descripción del departamento donde se realizará el proyecto .....	115

Anexos .....	116
Anexo 1 Tipos de códigos de barras.....	117
Anexo 2 Baterías NiCad .....	118
Anexo 3 Hojas de datos .....	121

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Diagrama de flujo de la secuencia de etapas del teléfono .....	20
Figura 3.2 Área de Acceso y Transporte Locales (LATA).....	22
Figura 3.3 Voltaje de timbrado en la central .....	24
Figura 3.4 Tarjeta electrónica dañada por causa de una sobretensión .....	28
Figura 3.5 Aspecto físico del varistor y su correspondiente símbolo .....	29
Figura 3.6 Curva característica de un varistor .....	30
Figura 3.7 Aspecto físico del descargador de gas y su símbolo .....	31
Figura 3.8 Tipos de códigos de barras .....	32
Figura 3.9 Señal eléctrica de una “M” generada por el sensor en <i>código 39</i> ..	35
Figura 5.1 Dispositivos para el desarrollo del prototipo .....	42
Figura 5.2 Diagrama de segundo nivel .....	43
Figura 5.3 Diagrama de los principales bloques para el diseño .....	44
Figura 5.4 Diagrama de bloques del circuito de timbre LS1240A.....	45
Figura 5.5 Circuito de Timbre .....	46
Figura 5.6 Circuito de Regulación de transmisión .....	47
Figura 5.7 Diagrama del esquemático con LCD .....	48
Figura 5.8 Diagrama de conexión del teclado y el decodificador.....	51
Figura 5.9 Curvas de comportamiento para el MM74C923 .....	51
Figura 5.10 Diagrama de conexión del LCB .....	53
Figura 5.11 Lectura del LCB.....	55
Figura 5.12 Diagrama de bloques del CMX869A .....	56
Figura 5.13 Circuito del MODEM.....	57

Figura 5.14	Inicialización del MODEM .....	59
Figura 5.15	Principales líneas de control.....	60
Figura 5.16	Circuito de Control.....	62
Figura 5.17	Circuito de protección contra sobretensiones.....	63
Figura 5.18	Filtro RC paso bajo.....	67
Figura 5.19	Circuito de aplicación del LM317 como regulador de corriente ...	70
Figura 5.20	Esquemático del circuito de carga.....	71
Figura 5.21	Detector de nivel de 6V .....	73
Figura 5.22	Detector de nivel de 9V .....	75
Figura 5.23	Circuito de aplicación del LM317 como regulador de voltaje.....	77
Figura 5.24	Reguladores de voltaje.....	79
Figura 5.25	Diagrama de flujo del procedimiento principal .....	80
Figura 5.26	Diagrama de flujo del procedimiento Iniciar.....	81
Figura 5.27	Diagrama de flujo del procedimiento de inicialización del LCD. .	81
Figura 5.28	Diagrama de flujo del procedimiento ingreso_codigo .....	82
Figura 5.29	Diagrama de flujo del procedimiento principal .....	83
Figura 5.30	Diagrama de flujo del procedimiento de ingreso de código .....	84
Figura 5.31	Diagrama de flujo del procedimiento captura del código .....	86
Figura 5.32	Diagrama para los tiempos en alto y bajo de la señal del LCB...	87
Figura 6.1	Corriente vrs distancia desde la <i>Central</i> .....	89
Figura 6.2	Voltaje vrs distancia desde la <i>Central</i> .....	89
Figura 6.3	Señal de timbrado a 5.5 Km de la central.....	91
Figura 6.4	Tono DTMF para la tecla #5.....	92

Figura 6.5 Comportamiento del circuito de protección al aplicarle 500V. ....93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	Números telefónicos especiales libres de tasación .....	19
Tabla 3.2	Voltajes y corrientes del lazo local .....	25
Tabla 3.3	Frecuencias de DTMF .....	26
Tabla 3.4	Símbolos y valores de verificación del código 39 .....	34
Tabla 5.1	Características eléctricas de CD .....	50
Tabla 5.2	Rangos de operación del LCB .....	53
Tabla 5.3	Asignación de pines del microcontrolador .....	61
Tabla 5.4	Detalle de las mallas del circuito de protección. ....	63
Tabla 5.5	Valores máximos de voltaje del circuito de timbre LS1240 .....	65
Tabla 5.6	Valores típicos de Descargadores de Gas (Arrester) .....	65
Tabla 5.7	Valores característicos del varistor seleccionado .....	66
Tabla 5.8	Consumos de corriente de los dispositivos del prototipo .....	69
Tabla 6.1	Niveles de voltaje y corriente a diferentes distancias. ....	88



## **Capítulo 1: Introducción**

---

### **1.1. Problema existente e importancia de su solución**

La mayoría de los teléfonos públicos que brindan el servicio de prepago del ICE eran arrendados a una empresa privada, la cual se encargaba del mantenimiento de los mismos. Este contrato de arrendamiento estaba por finalizar, presentándose el problema de no contar con una segunda opción que permitiera continuar con el servicio de telefonía pública en caso de que el contrato no fuera renovado.

El desarrollo de éste proyecto le permite a la Institución contar con su propio diseño, con el cual se estaría en mejores condiciones para brindar el mantenimiento y realizar las actualizaciones y modificaciones al diseño según sean las necesidades del servicio.

La utilización de componentes existentes en la bodega de Telefonía Pública, para el desarrollo del sistema, permite disminuir el costo total del proyecto y al mismo tiempo se evita su desecho por desuso.

## **1.2. Solución seleccionada**

Una vez que se tuvo claro el problema planteado por la Institución, se optó por el desarrollo de un prototipo de teléfono público para el servicio de prepago 197.

Las restricciones dadas por la empresa se refieren principalmente al aprovechamiento de los componentes con los que ya se cuenta en inventario. Tales dispositivos corresponden a los circuitos integrados que actualmente se encuentran en la bodega del Laboratorio de Telefonía Pública, como también teclados, pantallas LCD y auriculares.

En cuanto a los requerimientos del sistema se tienen necesidades como capacidad de comunicación con un centro de gestión en doble vía, despliegue de la información para el usuario en pantalla LCD, lectura de código de barras de las tarjetas de prepago, además de ser un sistema de bajo consumo de corriente de la línea telefónica.

## **Capítulo 2: Meta y Objetivos**

---

### **2.1. Meta**

Dotar al ICE de un prototipo de teléfono público para el servicio de prepago, que cuente con lectura de código de barras, pantalla y con la capacidad de comunicarse con un centro de gestión para la atención de averías, reutilizando componentes existentes en su bodega.

### **2.2. Objetivo general**

Diseñar e implementar un prototipo de teléfono público que cuente con una pantalla, un lector de código de barras y un módulo que permita la comunicación con un centro de gestión en doble vía.

### **2.3. Objetivos específicos**

1. Desarrollar un teléfono público que cumpla con las funciones básicas de marcación y conversación.
2. Dotar al teléfono público de la protección necesaria para soportar sobrecargas en la red telefónica.
3. Brindar al usuario una interfaz gráfica.
4. Permitir el ingreso del número de la tarjeta de prepago por medio del teclado o por la lectura de su código de barras.
5. Dotar al teléfono público con un módulo que le permita la comunicación con un centro de gestión en doble vía.
6. Transferir al personal del laboratorio de telefonía pública del ICE los detalles técnicos del prototipo del teléfono público diseñado.

### Capítulo 3: Marco teórico

---

#### 3.1. Descripción del sistema o proceso a mejorar

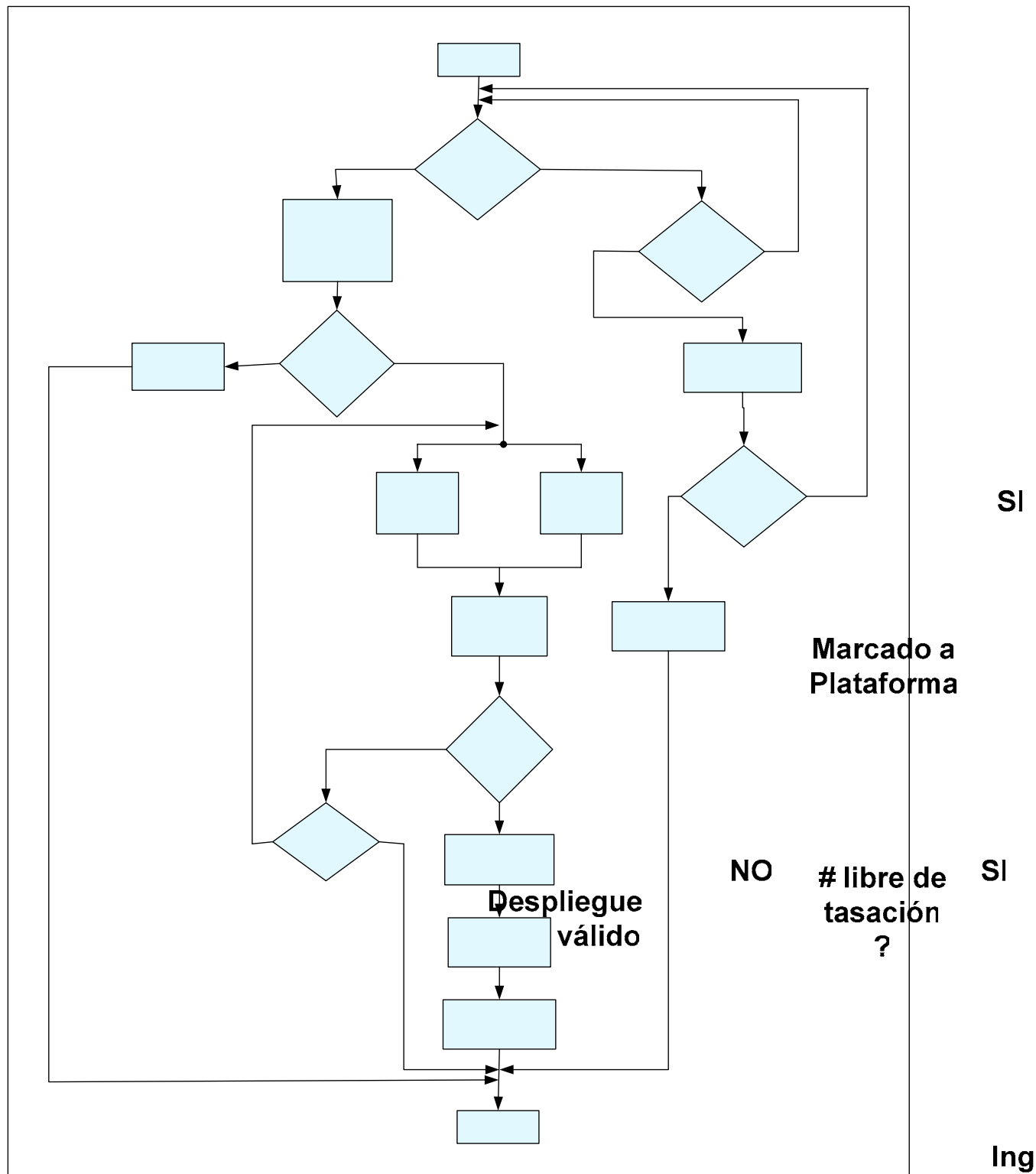
El prototipo del teléfono diseñado debe cumplir con el funcionamiento de un teléfono público de prepago, el cual permite marcar algunos números de tres dígitos de forma gratuita, conocidos como “números libres de tasación”. Estos números corresponden a plataformas de servicio, las cuales se exponen en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1** Números telefónicos especiales libres de tasación

Números Especiales	Número
Cobro revertido manual	110
Consultas telegestión	115
Llamadas internacionales por operadora	116
Policía	117
Bomberos	118
Reporte averías telefónicas	119
Servicio nacional de emergencias	122
Reporte averías eléctricas	126
Guardia asistencia rural	127
Servicio no oyentes	137
Llamada a cobrar internacional	175
Información servicio celular	193
Tarjeta de prepago nacional	197
Tarjeta de prepago internacional (y NAC.)	199
Servicio nacional de emergencias	911

El sistema opera de dos formas, como un teléfono público en llamada saliente (usuario - abonado) o como un teléfono con llamada entrante (abonado – usuario). Este comportamiento se muestra en el diagrama de flujo de la figura 3.1.

El teléfono entra a operar en modo (usuario - abonado) cuando el usuario descuelga el microteléfono para llevar a cabo una llamada, luego se prosigue con la marcación de un número telefónico libre de tasación.



**Figura 3.1** Diagrama de flujo de la secuencia de etapas del teléfono

Si el número marcado es libre de tasación se le solicita al usuario el número de la tarjeta de prepago en caso de haberse digitado 197, de lo contrario se despliega un mensaje de número no válido y se reinicia el sistema.

El usuario puede ingresar el número de la tarjeta de dos maneras, por medio del teclado o deslizando la tarjeta por el lector de código de barras (LCB). Si el número ingresado no es válido la plataforma le solicita al usuario nuevamente el número de la tarjeta.

Con el número de la tarjeta aceptado, el usuario procede a marcar el número telefónico del abonado deseado; también es desplegado en pantalla para descartar cualquier error al digitarlo. Inmediatamente, se prosigue con la conversación deseada.

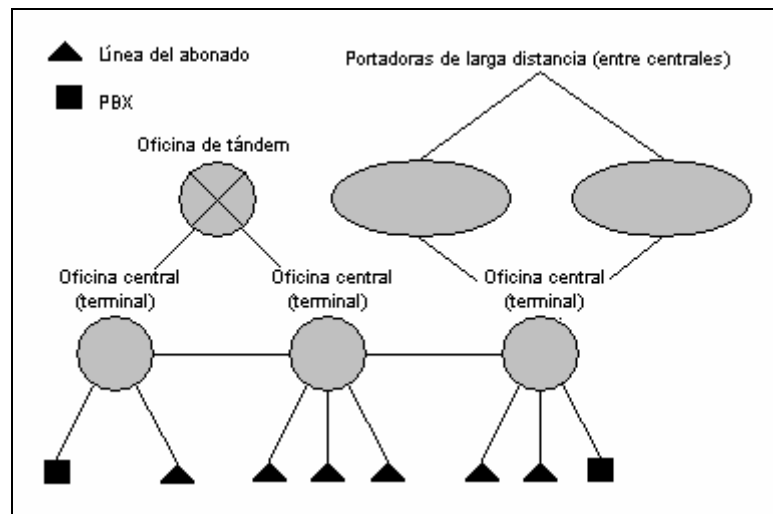
Cuando el teléfono se encuentra colgado, trabajando en modo de operación (abonado - usuario) se espera a que ocurra una llamada entrante, con lo cual se genera el timbrado del teléfono y se espera a que el usuario descuelgue el teléfono para iniciar de esta forma la conversación.

Si el teléfono aun permanece colgado, éste continuará en espera de alguna llamada entrante.

### 3.2. Descripción de los principales principios físicos y electrónicos relacionados con la solución.

#### 3.2.1. Estructura Básica del Sistema Telefónico [1]

En la figura 3.2 se muestra la estructura básica de un área local de comunicación conocida como área de acceso y transporte local (Local Access and Transport Area, LATA) en un sistema telefónico característico. Cada abonado se conecta mediante una línea separada, llamada lazo local (local loop), a una Oficina Central (Central Office), donde se efectúa la conmutación. Esta central realiza un intercambio (exchange), es decir, los abonados conectados a ella se comunican por medio de un conmutador, el cual enlaza una línea con otra. Las líneas pertenecientes a una misma oficina central empiezan con los mismos tres dígitos, de esta forma con los cuatro dígitos restantes es posible el manejo de hasta diez mil teléfonos.



**Figura 3.2** Área de Acceso y Transporte Locales (LATA)

### **3.2.2. Central telefónica [1]**

Se ubica dentro de un edificio e incluye los equipos que llevan a cabo las funciones de comunicación, tales como identificación, selección e interconexión.

Las funciones de la central telefónica convencional se dividen teóricamente en cinco bloques funcionales: a) señalización entrante, b) procesamiento de señales, c) conmutación, d) señalización saliente y e) desconexión.

### **3.2.3. El lazo local [1]**

El lazo local conecta el aparato telefónico con el resto de la red y lleva las diversas señales de control así como la señal de voz.

Por lo general, cada teléfono de los abonados se conecta a la central mediante un par de alambres trenzados. Los alambres se trenzan para ayudar a anular sus campos magnéticos y reducir la interferencia entre circuitos en el mismo cable. En la conversación telefónica esta interferencia se conoce como diafonía (crosstalk).

El lazo local transporta señales de voz e información de señalización en ambas direcciones. Tales señales corresponden a pulsos o tonos de marcado, tono para marcar, la señal de timbrado, señal de ocupado y mensajes pregrabados desde la red hasta el abonado. Además, el par de alambres en el lazo local debe transmitir señales eléctricas desde la central con la magnitud suficiente para hacer funcionar el teléfono y generar el timbrado.

### **3.2.4. Señales en el circuito local [1]**

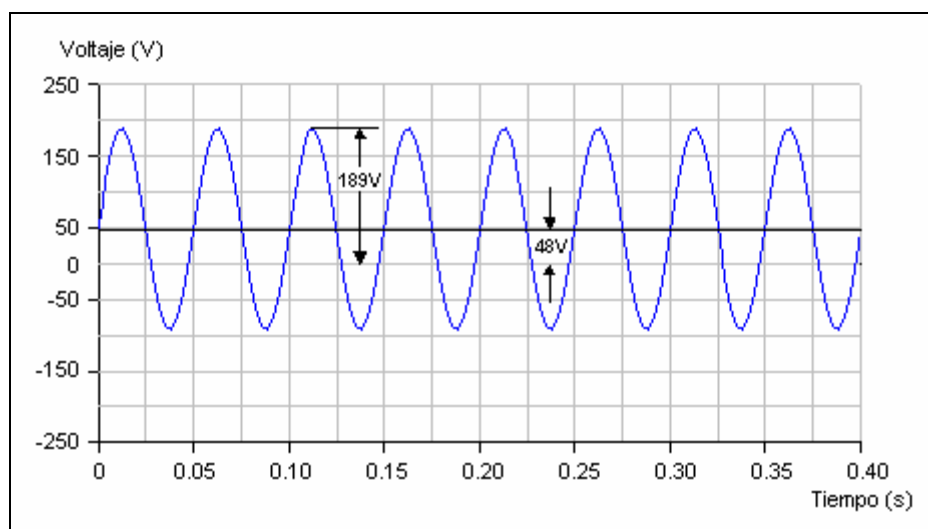
La señalización en el circuito local en el proceso de una llamada depende del estado del teléfono.



Cuando el teléfono está colgado (on-hook), la central mantiene un voltaje de 48V *cd* en la línea. Una vez que el abonado descuelga el auricular (off-hook) el teléfono se conecta con la central telefónica permitiendo que una corriente de *cd* fluya en el lazo local, reduciéndose el voltaje en la línea a un valor entre 5 y 10 V. Bajo estas condiciones la corriente de lazo local se encuentra entre 20 y 80 mA. Después de haberse asignado una línea al abonado que levantó el auricular, la oficina le envía una señal de *tono de marcar*, el cual consiste en señales sumadas de 350 y 440Hz.

Para marcar el número del abonado al que se desea llamar, el teléfono transmite una combinación de tonos por cada número. Este procedimiento se llama *Marcado Multifrecuencia de Dos Tonos* (Dual-Tone Multifrequency Dialing, DTMF).

Cuando el conmutador se conecta con la línea a la cual se quiere llamar, se envía una señal intermitente de timbrado hasta el teléfono. La norma para el voltaje de timbrado en la central es de 100V *ca* a una frecuencia de 20Hz, que se suma a los 48V *cd* generados por la central, ver figura 3.3



**Figura 3.3** Voltaje de timbrado en la central

El voltaje en el teléfono es menor que el medido en la central debido a la resistencia del alambre en el lazo local.

Durante el timbrado, el conmutador de la central envía un voltaje pulsante de ca llamado *tono de espera* (ring back signal) hasta el teléfono en que se está efectuando la llamada. El *tono de espera* consiste en señales de 440 y 480 Hz sumadas. Cuando se descuelga el teléfono al que se llama, el circuito se completa, los voltajes de timbrado y espera se interrumpen y la conversación puede empezar. Si el circuito correspondiente al teléfono llamado está en uso, una señal de ocupado llega hasta el teléfono de la persona que quiere realizar la llamada.

En la tabla 3.2 se muestra un resumen de los voltajes y corrientes del lazo local.

**Tabla 3.2** Voltajes y corrientes del lazo local

Voltaje cuando está colgado (on-hook)	48V cd
Voltaje cuando está descolgado (off-hook)	5 a 10V cd (según resistencia del lazo)
Corriente cuando está descolgado	23 a 80 mA cd (según resistencia del lazo)
Tono de marcar (dial-tone)	350 y 440 Hz
Voltaje de timbrado (en la central)	100V ca, 20 Hz (sumados a los 48V cd)
Voltaje de timbrado (en el teléfono)	80V ca (según resistencia del lazo)
Voltaje de espera	440 y 480 Hz, pulsos
Señal de ocupado	480 y 620 Hz, pulsos

### 3.2.5. El teléfono [2]

El teléfono está constituido por varias partes básicas, entre las que se deben destacar:

- a) Microteléfono
- b) Unidad de marcación
- c) Timbre
- d) Circuito de regulación de la marcación

#### a) Microteléfono

Es la pieza que se desprende de la base, con la cual se habla y escucha. Incluye el micrófono (elemento transmisor) y el auricular (elemento receptor). Cuando el usuario levanta el microteléfono se inicia el proceso de comunicación entre dicho aparato y la central telefónica a la que está conectado éste.

#### b) Unidad de marcación

La marcación en un aparato telefónico se realiza cuando se escucha el *tono de marcado* que indica al usuario que puede digitar el número del abonado al que desea llamar. Esta marcación se lleva a cabo por medio de la suma de frecuencias, de acuerdo a la tabla 3.3.

**Tabla 3.3** Frecuencias de DTMF

Frecuencia (Hz)	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Por ejemplo, si el usuario marca el dígito "2", la señal que procesará el equipo conmutador de la central será la suma de 1336 Hz (vertical) y 697 Hz (horizontal).

**c) Timbre**

Es el elemento que produce una señal auditiva fuerte para avisar que hay una llamada entrante.

Se activa con corriente alterna proveniente de la central telefónica a la que está conectado el aparato. La señal eléctrica se origina en esta central cuando su equipo conmutador recibe la señal procedente del aparato que inició la comunicación.

**d) Circuito de regulación de la transmisión**

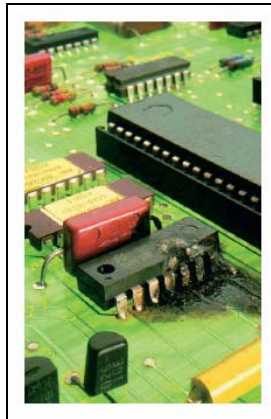
Su función es mantener la intensidad acústica dentro de límites determinados para que la calidad de la comunicación sea la adecuada.

El circuito de regulación de transmisión opera automáticamente, permitiendo que las señales en el teléfono siempre tengan una intensidad adecuada para escuchar normalmente, en forma independiente de la intensidad que provenga de la línea telefónica.

**3.2.6. Sobretensiones [16]**

Las sobretensiones son tensiones muy elevadas que dañan o destruyen por completo el aislamiento y, por lo tanto, alteran o impiden totalmente el funcionamiento de los componentes eléctricos y electrónicos de todo tipo.

Las sobretensiones pueden aparecer debido a rayos u operaciones de conmutación y descargas electrostáticas, ocasionando reducción de las funciones del sistema, fallos o errores de funcionamiento y daños, ver figura 3.4.



**Figura 3.4** Tarjeta electrónica dañada por causa de una sobretensión

#### **3.2.6.1. Sistemas de protección contra sobretensiones [16]**

Los sistemas de protección contra sobretensiones actúan múltiples veces, siempre que los parámetros de potencia no sean sobrepasados.

Según el caso de aplicación, se cuenta con dispositivos como, descargadores de arco, descargadores gaseosos, varistores y diodos supresores. Estos se emplean de manera individual o combinados en un circuito.

Existen tres niveles de protección contra sobretensiones: basta o gruesa, media y fina. Dichos niveles están delimitados por el valor de tensión de choque que soportan los dispositivos a proteger, tales niveles son los siguientes:

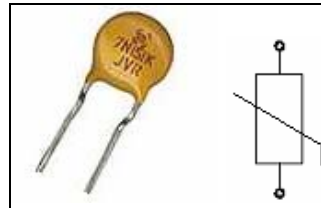
##### **Nivel de protección gruesa o basta**

Las *protecciones bastas* actúan en presencia de señales superiores a 4kV. Se emplean dispositivos conocidos como descargadores de arco los cuales utilizan la tecnología Arc Chopping, ésta se basa en dos electrodos separados por un alma aislante cuya distancia de separación se va incrementando hacia sus

extremos, terminando en una placa de rebote. Al momento de producirse una sobretensión, se produce el arco eléctrico que se va desplazando por los electrodos hacia fuera, hasta extinguirse contra la placa de rebote. Dichos dispositivos se emplean para la protección de tableros de alimentación principal donde los aparatos de maniobra soportan altos niveles de tensión de choque.

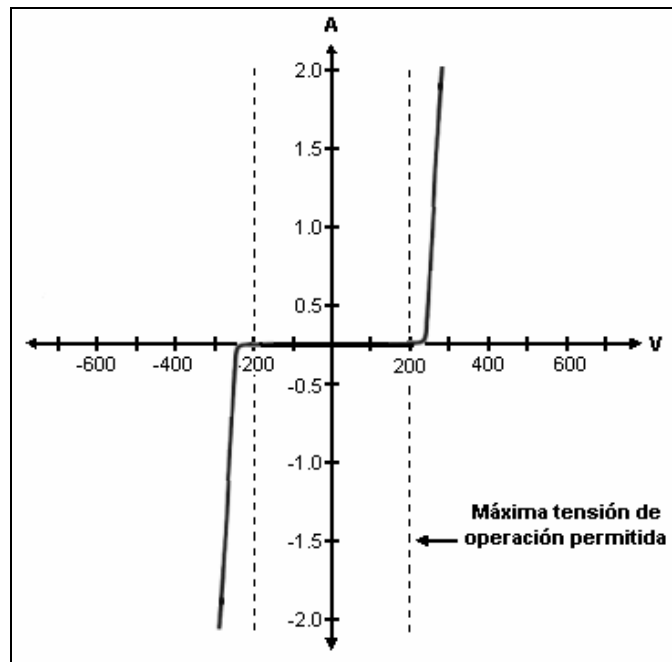
### Nivel de protección media

Las *protecciones medias* rondan el orden de 1kV y se basan en varistores de óxido metálico (VOM), ver figura 3.5.



**Figura 3.5** Aspecto físico del varistor y su correspondiente símbolo

Los varistores son resistencias que modifican su valor de acuerdo a la tensión aplicada entre sus bornes. Cuando aparece un transitorio, el varistor cambia su resistencia de un valor alto a otro valor muy bajo (ver figura 3.6). El transitorio es absorbido por el varistor, protegiendo de esa manera los componentes sensibles del circuito. Debido a su naturaleza, cuando se instala una protección por varistor, hay que tener en cuenta que siempre circula una corriente residual, la cual hace que el dispositivo se desgaste y se pueda quemar.



**Figura 3.6** Curva característica de un varistor

Los varistores tienen la ventaja de absorber energías transitorias altas y además pueden suprimir los transitorios positivos y negativos.

Las características de los varistores son las siguientes:

1. Amplia gama de voltajes - desde 14V a 550V (RMS).
2. Alta capacidad de absorción de energía respecto a las dimensiones del componente.
3. Tiempo de respuesta de menos de 20 ns, absorbiendo el transitorio en el instante que ocurre.
4. Valores bajos de capacitancia.
5. Alto grado de aislamiento.

La relación entre la tensión y corriente en un varistor ZnO viene dada por:

$$V = C \times I^b \quad (3.1)$$

Donde:

$V$ : es el voltaje

$C$ : es el voltaje del varistor para una corriente de 1A

$I$ : es la corriente actual que atraviesa el varistor

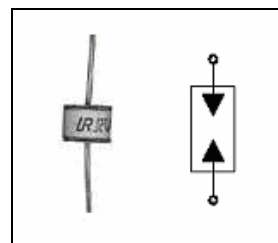
$b$ : es la tangente del ángulo que forma la curva con la horizontal (figura 3.6)

El parámetro “ $b$ ” depende del material con que está fabricado el varistor; en el caso del ZnO su valor es de 0.035.

### Nivel de protección fina

Las protecciones finas manejan valores residuales de aproximadamente de una y media o dos veces la tensión nominal de la aplicación a proteger.

En este nivel se emplean dispositivos tales como descargadores gaseosos (figura 3.7) y diodos supresores.



**Figura 3.7** Aspecto físico del descargador de gas y su símbolo

Los descargadores gaseosos están compuestos por un par de electrodos dentro de un encapsulado relleno con un gas noble. Esto



hace que a partir del orden de los 50 voltios, el gas se ionice y así derivar el exceso de corriente generado por la sobretensión.

En los circuitos de protección fina se emplean combinaciones de descargadores gaseosos y varistores.

### 3.2.7. Código de barras [18]

El código de barras es una figura formada por barras y espacios paralelos, que codifica información mediante el ancho relativo de estos elementos.

La estructura básica del código de barras consiste de una zona de inicio y término, en la que se incluye: un patrón de inicio, uno o más caracteres de datos, opcionalmente uno o dos caracteres de verificación y un patrón de término.

Aunque se parecen, no todos los códigos de barras son iguales. Existen diferentes maneras de representar el mismo dato, utilizando distintos patrones de barras. Lo que diferencia unas de otras es básicamente el ancho de las barras, aunque existen otros criterios. Por ejemplo, la figura 3.8 muestra algunos de ellos.



**Figura 3.8** Tipos de códigos de barras

### 3.2.7.1. Código 39 [19]

El *código 39* es utilizado en tarjetas telefónicas de prepago y tiene como características generales el manejar solamente dos anchos de línea y codificar un total de cuarenta y tres caracteres. El *código 39* es llamado así porque tres de los nueve elementos (líneas verticales) utilizados para codificar un carácter son anchos y los demás delgados.

Es importante que los elementos del mismo tipo sean iguales en ancho, por ejemplo un elemento delgado blanco (espacio delgado) debe ser igual de ancho que un elemento negro delgado (barra delgada). Lo mismo se cumple para elementos anchos.

Con estas indicaciones se codifican 26 caracteres, 10 dígitos y 8 caracteres especiales para un total de 44 símbolos.

- Caracteres: A ~ Z
- Dígitos: 0 ~ 9
- Caracteres especiales: -.\*/+%(espacio).

El código a imprimir debe empezar y finalizar con el carácter asterisco (\*). No debe haber caracteres (\*) entre los símbolos ya que este se utiliza únicamente como delimitador de principio y final.

Al finalizar el código, antes del (\*) de finalización, se debe imprimir un carácter de verificación de la lectura. Cada carácter tiene un valor equivalente para ser usado en el cálculo del carácter de verificación. Este valor de verificación se encuentra en la tabla 3.4. Para realizar éste cálculo se van sumando los valores de verificación de cada carácter y se divide por 43. El residuo de la operación corresponde al valor de verificación del carácter que debe ir inmediatamente después del último carácter del código y antes del (\*) de finalización.

**Tabla 3.4** Símbolos y valores de verificación del código 39

ASCII	Código de barra	Verificación	ASCII	Código de barra	Verificación
0	000110100	0	M	101000010	22
1	100100001	1	N	000010011	23
2	001100001	2	O	100010010	24
3	101100000	3	P	001010010	25
4	000110001	4	Q	000000111	26
5	100110000	5	R	100000110	27
6	001110000	6	S	001000110	28
7	000100101	7	T	000010110	29
8	100100100	8	U	110000001	30
9	001100100	9	V	011000001	31
A	100001001	10	W	111000000	32
B	001001001	11	X	010010001	33
C	101001000	12	Y	110010000	34
D	000011001	13	Z	011010000	35
E	100011000	14	-	010000101	36
F	001011000	15	.	110000100	37
G	000001101	16	SPACE	011000100	-
H	100001100	17	*	010010100	38
I	001001100	18	\$	010101000	39
J	000011100	19	/	010100010	40
K	100000011	20	+	010001010	41
L	001000011	21	%	000101010	42

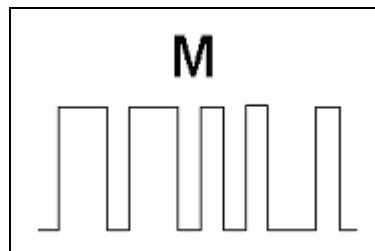
Los símbolos siempre empiezan en una barra negra. Un “cero” indica elemento angosto y un “uno” indica elemento ancho, independientemente del color. De esta manera, el carácter ASCII “0” se codifica como barra negra angosta, espacio angosto, negra angosta, espacio ancho, negra ancha, espacio angosto, negra ancha, espacio angosto y negra angosta, siendo representado en la tabla 3.4 como 000110100.

### 3.2.7.2. Lector de código [18]

La información contenida en el código de barras es leída por dispositivos ópticos, los cuales envían la información hacia un decodificador encargado de interpretar la señal eléctrica. Esto se logra mediante la digitalización proveniente de una fuente de luz que cruza el

código y mide la intensidad de la luz reflejada por los espacios blancos. El patrón de la luz reflejada se detecta a través de un fotodiodo el cual produce una señal eléctrica que coincide exactamente con el patrón impreso del código de barras.

Por ejemplo, si se tiene el código de barras correspondiente a una “M” en *código 39*, el sensor genera una señal eléctrica similar a la presentada en la figura 3.9.



**Figura 3.9** Señal eléctrica de una “M” generada por el sensor en *código 39*

### 3.2.8. Cargadores de baterías de NiCad [4]

Los cargadores de baterías son para restaurar la corriente y el voltaje de las pilas de NiCad (Ver anexo 3). Casi todos los cargadores son cargadores lentos, necesitando 14 o 16 horas para recargar una batería completamente agotada.

También existen cargadores rápidos diseñados para proporcionar más corriente y voltaje, completando la recarga de la pila en 15 minutos. Es importante considerar que la carga sólo debe hacerse cuando la batería esta completamente descargada para evitar dañarla.

Generalmente los daños en las pilas NiCad son causados cuando un cargador proporciona más corriente de la necesaria o no son cargadas completamente.

## Capítulo 4: Procedimiento Metodológico

---

### 4.1. Implementación de la solución

#### 4.1.1. Desarrollo de un teléfono público básico.

Para esta primera etapa fue necesario realizar una investigación amplia en cuanto a los conceptos de telefonía, tanto en medios físicos como electrónicos, además de rescatar los conocimientos técnicos del personal de planta. A continuación se detalla cada una de estas actividades.

##### 4.1.1.1. Estudio del funcionamiento de un teléfono público.

En esta primera investigación se utilizaron todos los medios de información disponibles para poder trabajar con conocimientos adecuados y efectuar la toma de decisiones con un amplio criterio.

En este punto se rescató información de diferentes fuentes, las cuales se describen a continuación:

- a. Entrevistas al personal del ICE:** Mediante conversaciones con el personal técnico del laboratorio de telefonía pública, fue posible obtener algunos de los parámetros que se debían tomar en cuenta para el diseño del prototipo.
- b. Búsqueda en Internet:** La búsqueda en Internet de conceptos relacionados con la telefonía se dirigió a varios sectores, tales como: fabricantes de dispositivos electrónicos para teléfonos, foros, tutoriales de telefonía y similares.

#### **4.1.1.2. Diseño preliminar de un circuito telefónico básico**

Esta tarea se inició luego de que se estudiaron las configuraciones básicas de los teléfonos. Se llevó a cabo una selección de dispositivos electrónicos en la cual se evaluó el consumo de corriente y voltaje, además se valoró la circuitería externa que requería cada uno. Los dispositivos evaluados son los que se encargan de las funciones básicas de un teléfono, tales como: marcación, timbre y transmisión y recepción de voz.

Después de haber realizado el montaje del circuito, se sometió a pruebas mediante la simulación de las posibles condiciones a las que se ven expuestos los teléfonos públicos, como pérdidas en la línea telefónica y señalización.

Posteriormente, se elaboró el circuito impreso de este teléfono básico, para poder contar con un módulo más compacto y resistente a la manipulación.

#### **4.1.2. Protección contra sobrecargas en la red telefónica.**

Para el desarrollo de este módulo se realizaron investigaciones sobre los dispositivos más adecuados para el tipo de protección que se le deseaba dar al prototipo, así como la realización de pruebas que verificaran un desempeño adecuado. El detalle de cada una de estas actividades se muestra a continuación:

##### **4.1.2.1. Investigación de las condiciones irregulares de tensión presentes en la línea telefónica**

Para esta tarea se recurrió a la búsqueda en Internet de conceptos relacionados con las condiciones irregulares de tensión presentes en la línea telefónica. La búsqueda se orientó a varios aspectos tales como: fabricantes de dispositivos de protección, apuntes, foros, tutoriales de dispositivos de protección y similares.

#### **4.1.2.2. Estudio de los circuitos de protección de baja potencia**

Se consultaron las normas establecidas por entidades como la UIT (UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES) y el ICE. Estas normas son: K-11, K-12, K-18, K-21, K-31, K-36 de la UIT y el documento del ICE “Protección Eléctrica de Equipos e Instalaciones del Sistema Nacional de Telecomunicaciones”.

#### **4.1.2.3. Diseño del circuito de protección para el prototipo del teléfono**

En el diseño del circuito de protección se utilizó como referencia recomendaciones dadas por la UIT en cuanto al uso de dispositivos de protección en sistemas de telecomunicaciones. En estas recomendaciones se incluyen circuitos de prueba para determinar cómo deben ser utilizados en un circuito de protección.

Una vez que se analizó el comportamiento de cada componente se le sometió a prueba en el laboratorio para evaluar su desempeño. Después se consideraron las ventajas y desventajas de cada uno, para lograr un circuito de protección que cumpliera con las necesidades del sistema.

#### **4.1.2.4. Pruebas al circuito de protección**

Antes de acoplar el circuito de protección al teléfono diseñado, se realizaron pruebas aisladas para cerciorarse del correcto funcionamiento del circuito. Las pruebas involucraban la aplicación de tensiones elevadas a cada uno de los dispositivos de protección para comprobar su comportamiento.

Finalmente, se construyó el circuito impreso del sistema de protección.

#### **4.1.3. Interfaz gráfica**

La implementación de esta interfase se resolvió por medio de una pantalla de cristal líquida (LCD) de dos líneas. Las actividades para esta etapa se detallan a continuación:

##### **4.1.3.1. Selección del LCD**

Para la selección del LCD se tomó en cuenta la cantidad y tipo de información que se deseaba desplegar. Se evaluó la posibilidad de utilizar las pantallas existentes en la bodega del Laboratorio de Telefonía Pública.

##### **4.1.3.2. Acople de la pantalla LCD al circuito telefónico**

Después de estudiar las hojas de datos del dispositivo, se llevó a cabo la incorporación de la pantalla LCD al módulo del circuito telefónico. Luego se procedió a realizar pruebas para el despliegue de información.

#### **4.1.4. Lectura del código de barras**

Se realizó una investigación previa sobre el tipo de lector a utilizar en la lectura de las tarjetas. En las siguientes secciones se ahonda en cada una de las actividades realizadas:

##### **4.1.4.1. Selección del lector de código de barras**

En este punto se efectuó una evaluación de los lectores de código de barras disponibles en el mercado, incluyendo el lector CELSA con el que cuenta el ICE en bodega.



#### **4.1.4.2. Acople del lector de código de barras al circuito básico del teléfono.**

Con el lector de barras CELSA debidamente seleccionado, se procedió a incorporarlo al circuito telefónico.

Se decidió utilizar solamente uno de los dos circuitos impresos que componen el lector, el cual se encarga de sensar el código de barras impreso en la tarjeta de prepago. Como el circuito encargado de la decodificación se descartó, se desarrolló la lógica necesaria para lograr la interpretación de la señal eléctrica.

#### **4.1.5. Comunicación de datos en doble vía.**

Con el fin de lograr que el sistema cuente con un módulo que permita establecer una comunicación de datos en doble vía con un centro de gestión, fue necesario investigar sobre el tipo de comunicación requerida para la transmisión de datos y así conocer las características con las que debía contar el dispositivo a utilizar. Este proceso se describe en las siguientes tareas.

##### **4.1.5.1. Investigación del tipo de comunicación utilizado en centros de gestión**

Se investigaron los protocolos de comunicación de equipos utilizados en centros de gestión, de manera que fuera posible la transmisión del dato entre el módulo diseñado y un centro de gestión.

##### **4.1.5.2. Selección del módulo de comunicación**

Se evaluaron los módulos de comunicación disponibles en el mercado, tomando en cuenta el tipo de protocolo de comunicación a utilizar, así como características de consumo y facilidad de acople. Se

seleccione el MODEM CMX869A debido a sus características de manejo del dato y la interfase de control que ofrece al sistema.

#### **4.1.5.3. Implementación del módulo de comunicación**

Después de haber seleccionado el MODEM encargado tanto de la marcación DTMF como de la transmisión de datos hacia un centro de gestión, fue necesario el diseño de la circuitería encargada del acople tanto a la línea telefónica como al resto del circuito digital.

El diseño del módulo de comunicación es completamente modular, utilizando cuatro líneas de datos para la comunicación y control del MODEM. De manera que puede ser remplazado en caso deseado sin tenerse que modificar todo el diseño del sistema.

A lo largo del proceso de diseño de este módulo se mantuvo comunicación con el fabricante. Este proporcionó información sobre circuitos de aplicación que servirían como referencia.

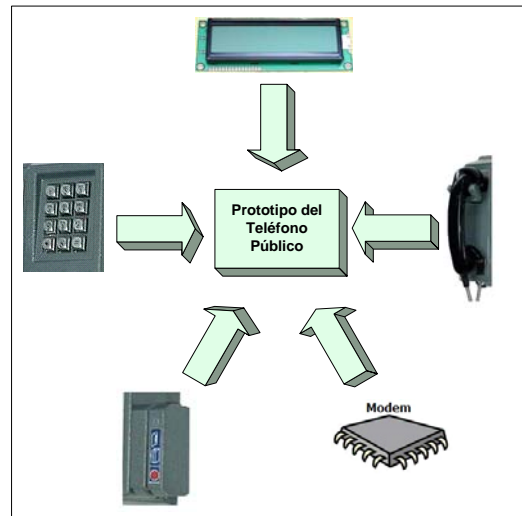
Una vez concluida la etapa de diseño, se procedió con la construcción del circuito impreso y posteriormente se inició la etapa de pruebas al circuito.

## Capítulo 5: Descripción detallada de la solución

---

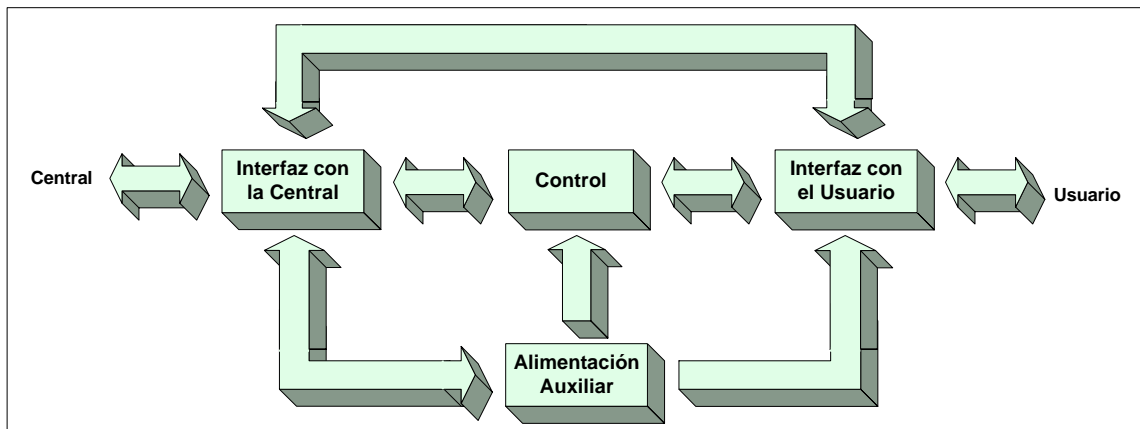
### 5.1. Análisis de la solución

La figura 5.1 muestra la solución propuesta. Esta solución consiste en el desarrollo de un prototipo de teléfono público que permite establecer una comunicación telefónica por medio de un circuito básico, despliegue de información en una pantalla LCD, ingreso del número de la tarjeta de prepago por medio del teclado o un lector de barras y comunicación de datos en doble vía a un centro de gestión por medio de un MODEM.



**Figura 5.1** Dispositivos para el desarrollo del prototipo

El diseño completo del prototipo se divide en cuatro módulos principales como se muestra en la figura 5.2.



**Figura 5.2** Diagrama de segundo nivel

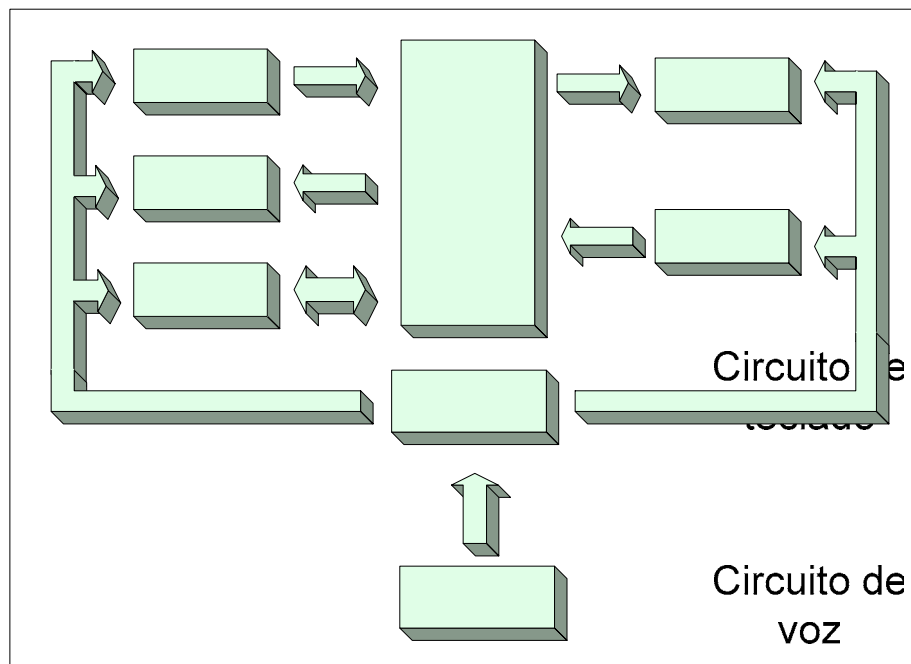
La interfaz con la central se encarga de acondicionar la señal proveniente de la red telefónica y contiene el módulo de protección contra sobrecargas en la red telefónica y el MODEM.

El módulo de control es el encargado de la administración de los recursos del sistema y está formado por un microcontrolador y un registro de tercer estado.

La interfaz con el usuario contiene al circuito telefónico básico con los módulos necesarios tanto para el ingreso de la información por parte del usuario, como para la visualización de algunos datos de interés, como el estado de la llamada.

El módulo de Alimentación Auxiliar es el encargado de suplir la energía extra al sistema durante la llamada. Esto se logra mediante una batería NiCad con su respectivo circuito de carga.

La figura 5.3 muestra los principales bloques implementados en el desarrollo del diseño propuesto, en la cual se observa como se moduló el diseño y la relación entre cada uno de estos módulos.



**Figura 5.3** Diagrama de los principales bloques para el diseño

## MODEM

### 5.2. Descripción del hardware

#### 5.2.1. Circuito de voz

El módulo del circuito de voz está constituido por el circuito de timbre y el circuito de regulación de transmisión.

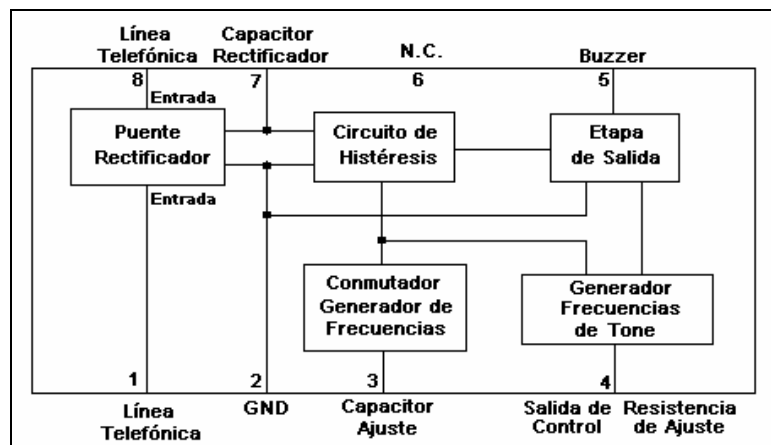
##### 5.2.1.1. Circuito de Timbre

El circuito de timbre produce la señal sonora que indica una llamada entrante en el teléfono. Para esto se utilizó el circuito integrado LS1240A, diseñado para sustituir la campana mecánica en los sistemas telefónicos, conectada con un convertidor electro acústico. Puede manejar directamente un buzzer o un altavoz.

El voltaje de fuente se obtiene de la señal de ca de timbrado. Algunas de las características más importantes según los intereses del diseño son:

- Bajo consumo de corriente de línea
- Puente rectificador integrado con diodo zener para la protección contra sobretensiones
- Poca circuitería externa (cinco componentes)
- Tono y ajuste de frecuencia por medio de componentes externos

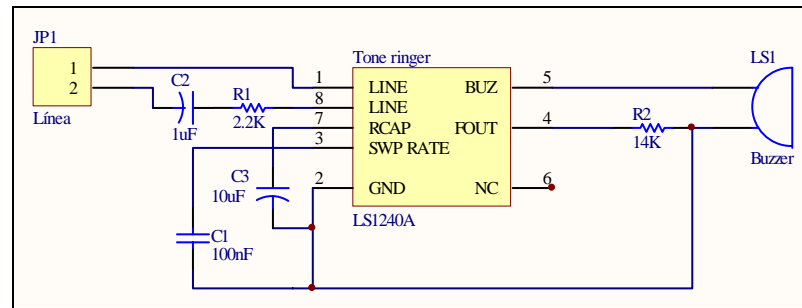
En la figura 5.4 se muestra el diagrama de bloques del circuito de timbre LS1240A en el que se aprecia la disposición de las partes funcionales.



**Figura 5.4** Diagrama de bloques del circuito de timbre LS1240A

El circuito de timbre posee un puente rectificador integrado, el cual le brinda una protección contra las sobretensiones en la línea. El conmutador generador de frecuencias es el encargado de conmutar los dos tonos de frecuencias generados por el oscilador interno. La etapa dedicada a generar las frecuencias de tono audibles a través de la salida del amplificador es el generador de frecuencias de tono. Las frecuencias de conmutación y de tono pueden ser ajustadas externamente.

La implementación de este circuito se llevó a cabo utilizando el circuito de aplicación dado por el fabricante el cual se muestra en la figura 5.5.



**Figura 5.5** Circuito de Timbre

#### 5.2.1.2. Circuito de Regulación de Transmisión

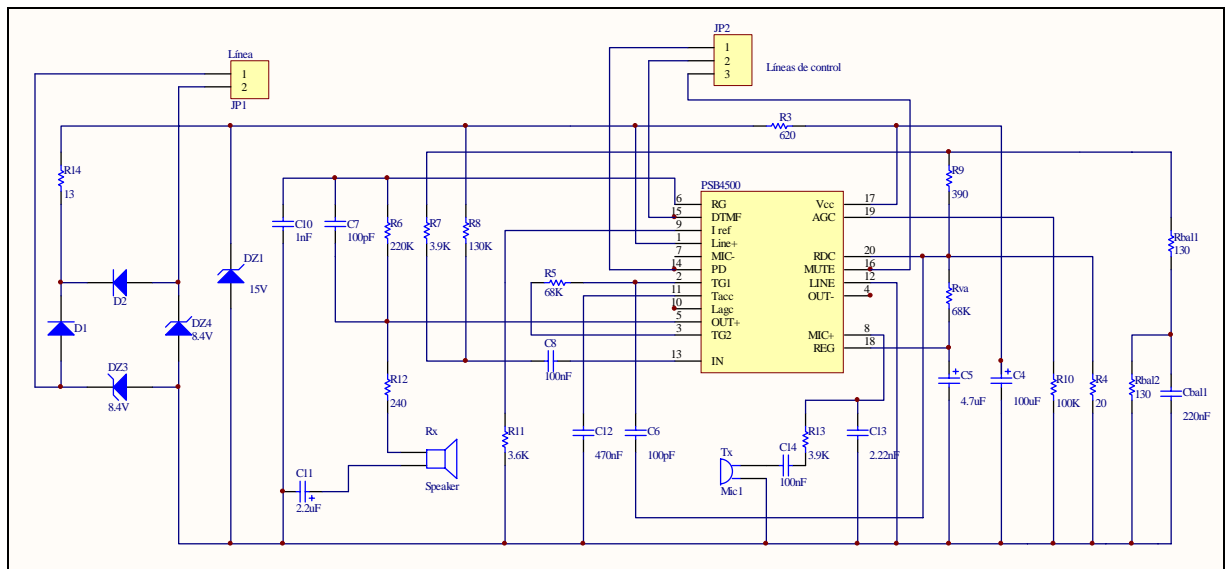
Con el circuito integrado PSB4500 se efectuó la regulación de la transmisión de voz, ya que es un circuito de conversación básico, es decir, que no cuenta con una etapa para la marcación telefónica en DTMF. La selección de este dispositivo permite que el diseño del prototipo se proyecte hacia un sistema de bajo consumo de potencia de línea, ya que este circuito integrado puede operar con un voltaje mínimo de 1.6V.

Posee un circuito de control “anticlipping” especial para prevenir la distorsión de la línea en la dirección de transmisión. Este control evita que la señal transmitida sea deformada cuando la señal está alcanzando el valor máximo de la etapa de salida. Si alguna distorsión (clipping) supera el nivel permitido, la ganancia del amplificador del micrófono es reducida.

El micrófono utilizado puede ser de tipo dinámico, magnético, piezoeléctrico.

El PSB4500 genera en una de sus patillas (pin 17) su propio voltaje de fuente de Vcc que permite alimentar circuitos periféricos como por ejemplo un circuito de marcación.

En la figura 5.6 se muestra el circuito de aplicación recomendado por el fabricante.



**Figura 5.6** Circuito de Regulación de transmisión

### 5.2.2. Módulo LCD

Por medio de un LCD, es posible mostrar gráficamente información de interés para el usuario como el número telefónico digitado y el estado de la línea.

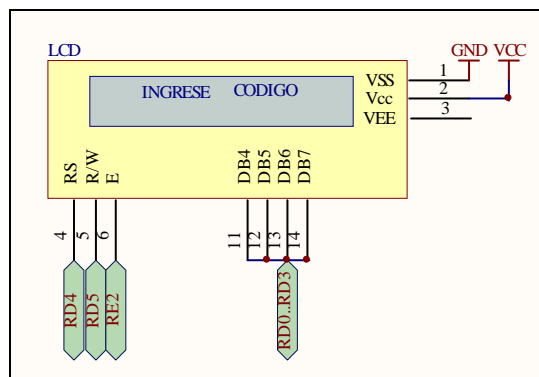
Se utilizó una pantalla de dos líneas por dieciséis caracteres, modelo DMC16230 fabricado por OPTREX CORPORATION, el cual utiliza un contralor Hitachi HD44780.



Algunas de las características más importantes según los intereses del diseño son:

- 4.5 V de alimentación
- Interpretación de los caracteres en valores ASCII
- Utilización del bus de datos en 4 líneas
- 2x16 (2 líneas por 16 caracteres)
- Ideal para manejar por medio de microcontroladores
- Siete líneas de control
- 2.5 mA consumo típico

Este dispositivo cuenta con la posibilidad de manejar un bus en cuatro bits, esto permite una mayor eficiencia en cuanto a la utilización de los puertos del microcontrolador, de manera que sólo es necesaria la utilización de las señales DB [4-7] (pines[11-14]) para enviar un dato desde el microcontrolador. La figura 5.7 muestra un segmento del esquemático del diseño final en el cual es posible observar las líneas utilizadas en la conexión del LCD.



**Figura 5.7** Diagrama del esquemático con LCD

La pantalla se conecta directamente al bus del sistema ya que cuenta con registros de tercer estado en sus líneas de datos, de manera que cada vez que se desea enviar un dato al LCD, basta con colocar el dato en el *puerto D* del 16F877A y generar un pulso en la patilla de habilitación del LCD por medio del pin *E2*.

No es posible mostrar información al usuario relacionada con el estado de la plataforma de prepago, ya que no se cuenta con señales que permitan sincronizar eventos o indicaciones por parte de la plataforma con los mensajes mostrados en pantalla. De manera que es imposible determinar si la plataforma ha invalidado el código de la tarjeta, como consecuencia se estaría desplegando un mensaje de continuación de la llamada, mientras que la plataforma estaría solicitando el ingreso de un nuevo código.

### **5.2.3. Circuito de teclado**

Para permitirle al usuario ingresar el número telefónico al que desea llamar, se utilizó un teclado matricial de 4x4 (cuatro filas por cuatro columnas). Este teclado cuenta con una estructura metálica especial para ser utilizado en teléfonos públicos.

La decodificación se realizó por medio del decodificador de teclado *MM74C923N*, el cual posee toda la lógica necesaria para interfazar teclados matriciales de 16 teclas. Este decodificador permite la conexión directa de cada una de las filas y de las columnas del teclado sin necesidad de componentes externos.

Las características más sobresalientes por las cuales se hizo uso de este componente se exponen a continuación:

- Únicamente requiere de dos condensadores para completar su circuito de oscilación.
- Posee un circuito interno para el control de rebotes
- Registro de salida del dato en memoria
- Presenta tercer estado en el registro de salida que permite la conexión directa al bus de datos del sistema
- Disipación de potencia de 700mW

Las características eléctricas más importantes del componente se muestran en la tabla 5.1.

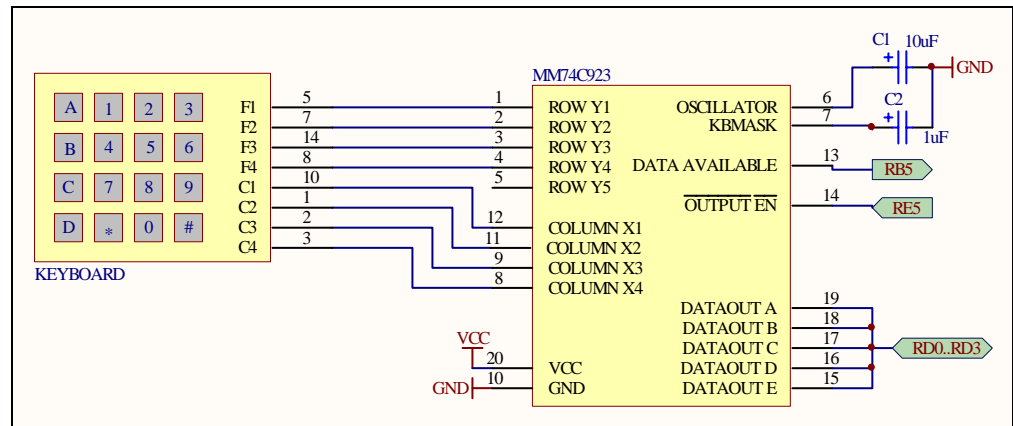
**Tabla 5.1** Características eléctricas de CD.

Parámetro	Típico	Unidades
Voltaje de alimentación	5	V
Corriente de alimentación	0.55	mA
Disipación de potencia	700	mW

Durante la decodificación de la tecla que ha sido presionada, se genera una señal de dato disponible, la cual indica que existe un dato en el registro de salida del decodificador, de esta manera es posible saber en qué momento se ha presionado una tecla y así realizar la lectura del dato.

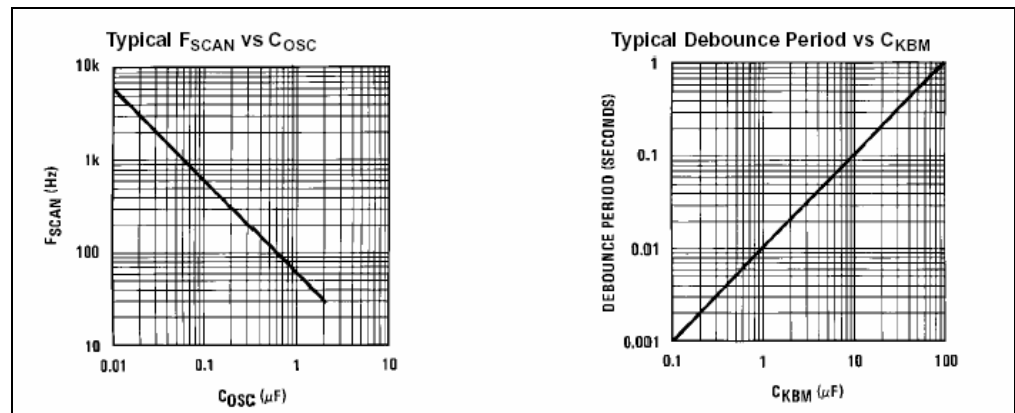
El módulo de teclado se comunica con el circuito de control por medio de dos líneas de control y cuatro líneas que entregan el dato ya decodificado. La conexión de estas líneas al circuito de control se muestra en la figura 5.8. La señal que habilita el registro de salida del decodificador se activará después de haberse generado la señal de dato listo y de haber sido atendida dicha

interrupción en el circuito de control. Se puede ver como la conexión del teclado es directa con el decodificador *MM74C923*, donde cada una de las filas y columnas que provienen del teclado se conectan a los pines correspondientes en el decodificador.



**Figura 5.8** Diagrama de conexión del teclado y el decodificador.

El valor de los condensadores *C1* y *C2* se seleccionó según las graficas dadas por el fabricante. Estas gráficas se muestran en la figura 5.9 y describen el comportamiento del circuito según el valor del condensador.



**Figura 5.9** Curvas de comportamiento para el MM74C923

Se seleccionó un valor de 10  $\mu\text{F}$  para el condensador *C1* el cual se encarga de eliminar el rebote, logrando un periodo de eliminación de 0.1 segundos. Este valor puede variar según las características del teclado que se utilice. En cuanto a la frecuencia con la que se deseaba realizar el muestreo cuando una tecla es presionada, se utilizó un condensador *C2* con un valor de 1  $\mu\text{F}$ , produciendo una velocidad de muestreo de 70 ciclos por segundo, suficiente para la lectura correcta del teclado.

#### **5.2.4. Módulo LCB**

Para la lectura del código de barras impreso en las tarjetas de prepago del servicio 197, se utilizó el lector CELSA. Este lector esta formado por dos tarjetas impresas: una contiene el sensor óptico que genera la señal eléctrica correspondiente al código impreso y la otra posee un microcontrolador encargado de realizar la interpretación de la señal.

Sólo se utilizó la tarjeta del lector que contiene el sensor, debido a que el diseño propuesto ya cuenta con un microcontrolador. Tomando en cuenta que el tipo de código utilizado en las tarjetas de prepago corresponde al *Código 39*, se desarrolló el software encargado de la decodificación del tren de pulsos generado al deslizar la tarjeta. Este lector es habilitado únicamente cuando el número ingresado corresponde al de la plataforma 197 y se deshabilita una vez que el código ha sido aceptado por el sistema.

El lector de código de barras cuenta con las siguientes características ópticas:

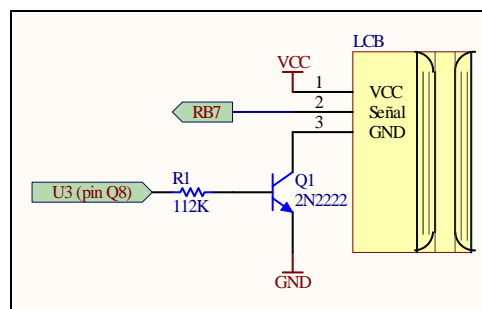
- Profundidad de campo: 2mm @ 0.15 mm de resolución
- Luz ambiente: 3000 lúmenes
- Sensor: Fotodiodo rojo( luz visible)
- Velocidad máxima de desplazamiento de 1000 m/s

Los rangos de operación de este módulo se encuentran en la tabla 5.2, haciendo mención a los valores de consumo de corriente y niveles de voltaje para su funcionamiento.

**Tabla 5.2** Rangos de operación del LCB

Parámetro	Min.	Max.	Unidades
Voltaje de alimentación (Vcc)	4.5	5.0	V
Corriente de alimentación	6.5	7.5	mA
Output	Vcc-0.2	Vcc-0.2	

La figura 5.10 muestra de qué manera el LCB está acoplado al resto del circuito de control.



**Figura 5.10** Diagrama de conexión del LCB

Por medio del transistor  $Q1$  (2N2222), se controla la habilitación del módulo, de manera que cuando se encuentra en corte el circuito de alimentación está abierto. Cuando se decide utilizar el módulo, se alimenta la base del transistor  $Q1$  desde el pin del registro 74CH373, haciendo fluir una corriente a través de  $R1$  y polarizando al transistor para que este entre en saturación, cerrando de esta manera el circuito de alimentación y habilitando el módulo para ser utilizado.

Para el cálculo de la resistencia  $R1$  se consideró un consumo de corriente de 7.5 mA en el lector y el voltaje de 5V aplicado en  $R1$ . A continuación se describe el cálculo de este valor:

$$\beta = 200$$

$$V_{R1} = 5V - 0.7V = 4.3V \quad (5.1)$$

$$I_B * \beta = I_C \quad (5.2)$$

$$I_B = \frac{7mA}{200} = 35\mu A$$

$$R1 = \frac{V_{R1}}{I} \quad (5.3)$$

$$R1 = \frac{4.3V}{35\mu A} = 127.7k\Omega$$

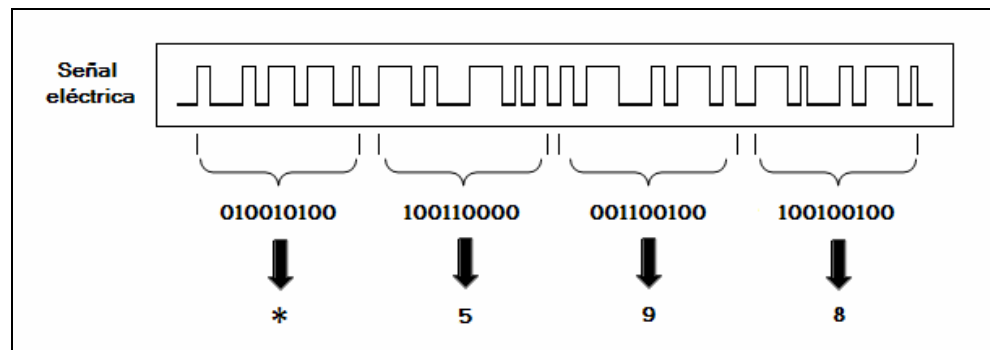
La señal eléctrica generada por el sensor es enviada al controlador en el circuito de control. Por medio de esta señal se produce la interrupción con la cual se indica al microcontrolador que el ingreso del código de la tarjeta se hará por medio del lector de barras.

La velocidad máxima a la que se puede desplazar el código impreso en la tarjeta a través del sensor es de 1000 mm/s. Este límite se debe a la capacidad del sensor para reconocer los cambios entre espacios blancos y barras para así lograr generar una señal eléctrica correcta.

La mínima velocidad a la que puede desplazarse la tarjeta lo define la condición del temporizador encargado de interpretar la señal. El temporizador utiliza una frecuencia de 5MHz y dispone de 16 bits, permitiendo medir 13 ms como máximo. De esta manera el elemento más ancho en el código, el cual

es de 1mm, no debe sobrepasar el tiempo de 13 ms. Por esta razón la velocidad mínima de desplazamiento es de 76.92 mm/s.

La figura 5.11 muestra cuál es la señal generada por el LCB cuando se desliza una tarjeta de prepago a través de la ranura. En el *código 39* el primer carácter debe iniciar en barra y terminar en barra. Un *uno lógico* en la señal eléctrica corresponde a una barra dentro del código, de manera que cada nueve cambios de estados representan un carácter.



**Figura 5.11** Lectura del LCB

#### 5.2.5. Módulo del MODEM

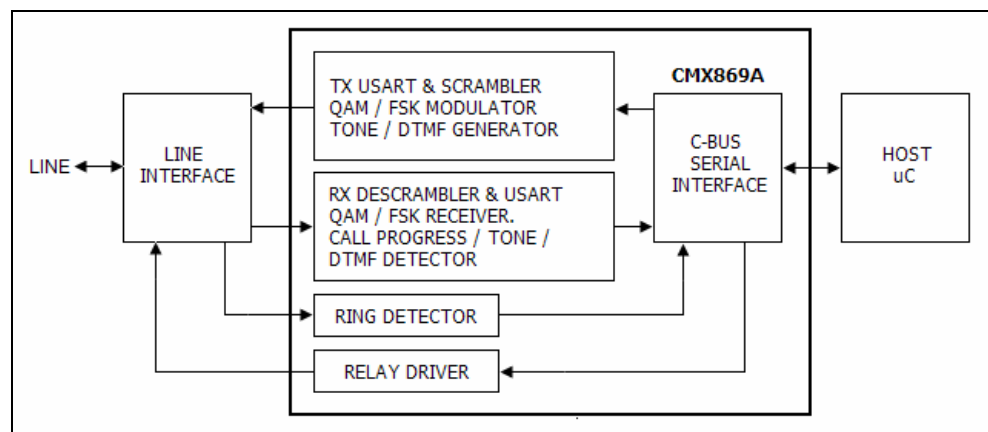
Para realizar el marcado en DTMF del número ingresado por el usuario y permitir al sistema la comunicación de datos en doble vía con un centro de gestión se utilizó el MODEM CMX869A. Este dispositivo es utilizado en aplicaciones como desarrollo de puntos de venta, sistema de telemetría, sistemas de control industrial, así como también en teléfonos de prepago.



Entre algunas de sus principales características se pueden mencionar las siguientes:

- Transmisión de datos en diferentes protocolos
- Bajo voltaje de operación (3.3V)
- Transmisión y recepción de tonos DTMF
- Modo de espera, “Power save”
- Comunicación con el controlador tipo SPI

El control del dispositivo se realiza a través de un bus serial que opera en modo normal y en modo de ahorro de energía, esto lo hace compatible con la mayoría de interfaces seriales de microcontroladores. El dato transmitido y recibido por el MODEM es también transferido por el mismo bus serial. La figura 5.12 muestra los principales bloques que componen el MODEM.

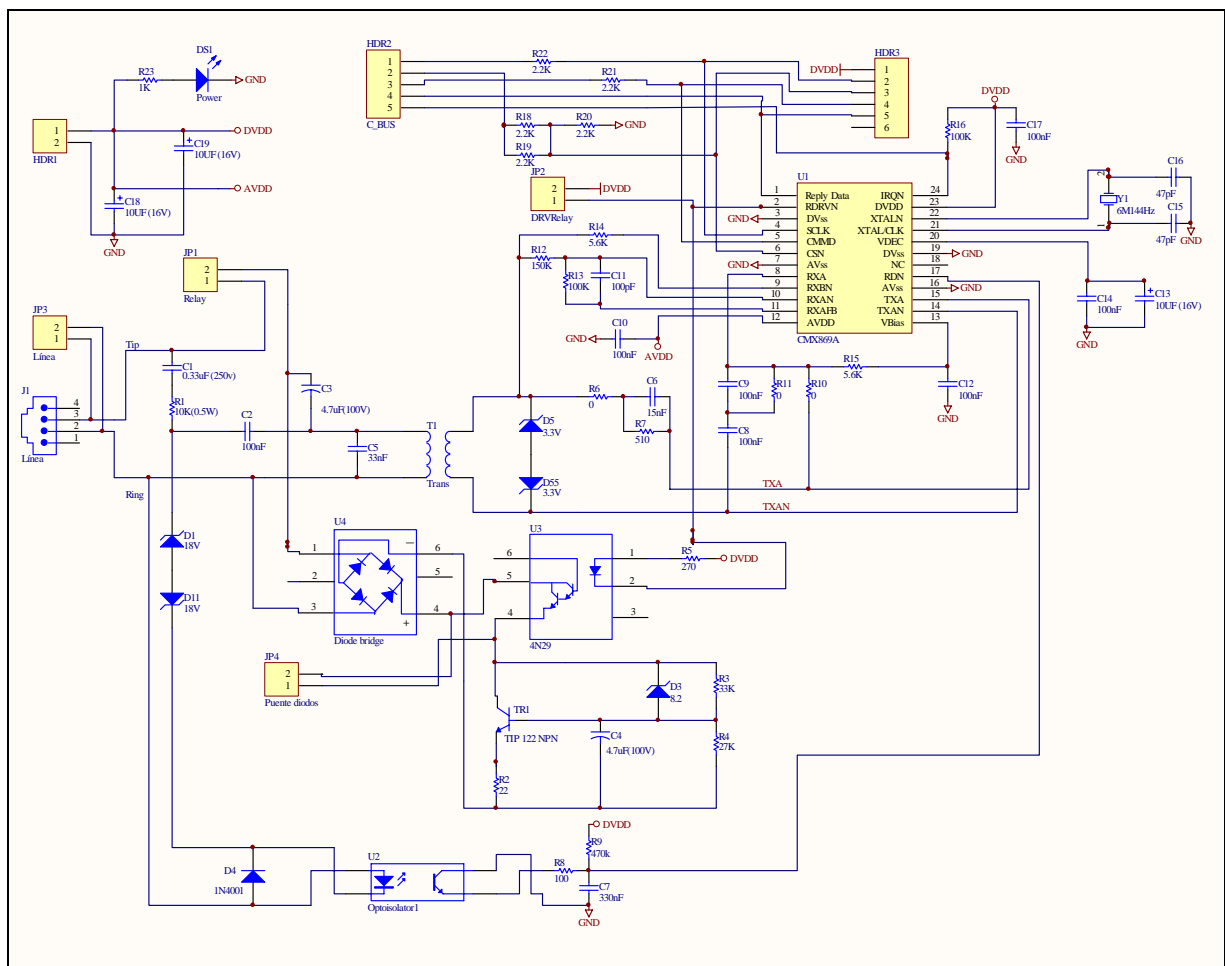


**Figura 5.12** Diagrama de bloques del CMX869A

Este MODEM realiza la modulación de datos en diferentes protocolos de comunicación aprobados por la U.I.T, permitiendo que el sistema se acople a diferentes equipos utilizados en centros de gestión. Además, utiliza el

protocolo de comunicación *SPI* (Serial Peripheral Interfase) para la comunicación con microcontroladores. Este protocolo utiliza cuatro líneas para la comunicación: habilitación del periférico, pulso de reloj, transmisión y recepción.

En la figura 5.13 se muestra el esquemático del circuito de aplicación dado por el fabricante.



**Figura 5.13** Circuito del MODEM

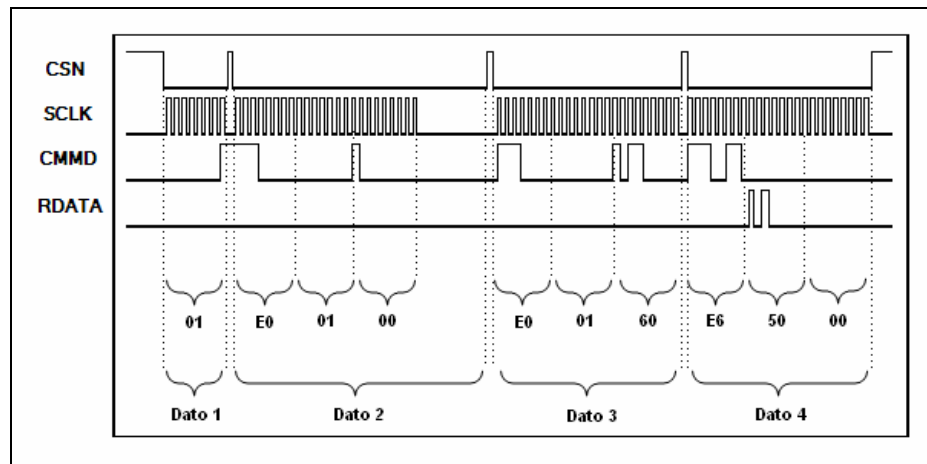
El desacople en *cd* con la línea telefónica se realiza a través de los condensadores *C2* y *C3*, de manera que es posible transmitir la señal modulada en corriente alterna. Se utiliza un transformador para realizar el acople del MODEM a la línea telefónica, el cual es especial para aplicaciones en comunicaciones debido a su impedancia de  $600\Omega$  bajo la cual se dimensionan los componentes en comunicaciones eléctricas.

Para la detección de la señal de timbrado se utilizó el optoacoplador *U2*, de manera que cada vez que se presente esta señal de timbrado el nivel en el pin 17 del *CMX869A* será enviado a un nivel de cero voltios.

Como el MODEM está desacoplado en corriente continua, se necesita de un circuito que permita el paso de corriente directa, de manera que se cierre el lazo con la central telefónica. Este circuito está formado por el puente de diodos encargado de polarizar el voltaje que se aplica al circuito compuesto por el transistor *Tip122*, encargado de realizar la limitación de corriente. La conexión de este circuito limitador se realiza por medio del integrado *4N29* el cual es utilizado como un relé y controlado desde el *CMX869A*.

Debido a que el microcontrolador trabaja a un voltaje de 5V y el *CMX869A* lo hace a 3.3V, fue necesario acoplar las líneas de comunicación entre ellos por medio de divisores de voltaje. Este divisor de voltaje esta formado por las resistencias *R18*, *R19* y *R20*, cuyos valores son los sugeridos por el fabricante.

La figura 5.14 muestra el comportamiento durante la comunicación entre el MODEM y el microcontrolador durante el procedimiento de inicialización.



**Figura 5.14** Inicialización del MODEM

El proceso de inicialización se describe a continuación:

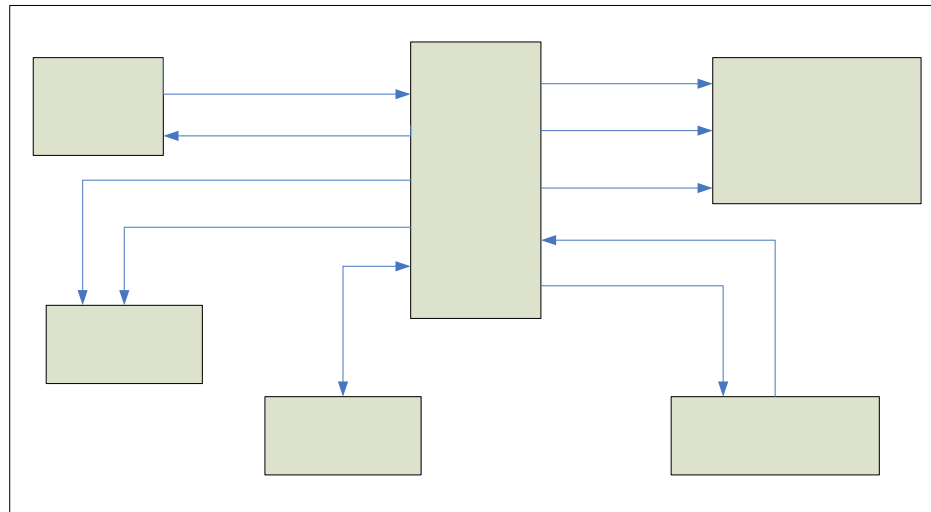
- Dato1: Se realiza un acceso al registro de reset en la dirección 01<sub>Hex</sub>. Este comando limpia cada uno de los registros internos.
- Dato2: Se accesa el registro de comando en la dirección E0<sub>Hex</sub>. Se envía un 0100<sub>Hex</sub> con el cual se habilita el MODEM a un modo operación normal.
- Dato3: Se accesa el registro de comando y se envía un 0106<sub>Hex</sub> con el que se habilitan las interrupciones.
- Dato4: Por último se realiza una lectura al registro de estado en la dirección E6<sub>Hex</sub> para actualizar las banderas del mismo.

### 5.2.6. Circuito de control

Para dotar al sistema de autonomía, se implementó un circuito de control en capacidad de administrar y procesar información. Para esto se utilizó el microcontrolador PIC16F877A de la familia Microchip. Este controlador se escogió principalmente por contar con cinco puertos, dos temporizadores y cinco canales para lecturas analógicas.

Los temporizadores se emplearon durante la interpretación de la señal enviada por el lector de código de barras, ya que era necesario medir el tiempo de cada uno de los pulsos recibidos. En cuanto a los convertidores de analógico a digital, se previó que el microcontrolador contara con los mismos con el fin de realizar futuras mediciones en cuanto a niveles de voltaje en la línea telefónica y así verificar el estado de las líneas de forma remota.

En el diagrama de bloques de la figura 5.15 se muestran las principales líneas de control encargadas de habilitar cada uno de los módulos.



**Figura 5.15** Principales líneas de control.

Circuito de  
teclado

Dato listo  
Habilitar teclado

Power Down 60

La asignación de cada una de las líneas de control en el microcontrolador se hace según las características de cada puerto. En la tabla 5.3 se detalla cuál es la función de cada uno de los pines en el microcontrolador según la línea a la que se encuentra conectado.

**Tabla 5.3** Asignación de pines del microcontrolador

Nombre del pin	# de pin	Función asignada
RA0/AN0	2	N.A
RA1/AN1	3	N.A
RA2/AN2/VREF-	4	N.A
RA3/AN3/VREF+	5	N.A
RA4/TOCKI	6	N.A
RA5/ss/AN4	7	N.A
RB0/INT	33	HOOK-OFF
RB1	34	N.A
RB2	35	N.A
RB3/PGM	36	N.A
RB4	37	N.A
RB5	38	DATA AVAILABLE
RB6/PGC	39	INT_MODEM
RB7/PGD	40	INT_LCB
RCO/T1OSO/T1CKI	15	N.A
RC1/T1OSI/CCP2	16	N.A
RC2/CCP1	17	CSN
RC3/SCK/SCL	18	SERIAL CLOCK
RC4/SDI/SDA	23	REPLAY DATA
RC5/SDO	24	COMMAND DATA
RC6/TX/CK	25	N.A
RC7/RX/DT	26	N.A
RD0/PSP0	19	D0
RD1/PSP1	20	D1
RD2/PSP2	21	D2
RD3/PSP3	22	D3
RD4/PSP4	27	D4
RD5/PSP5	28	D5
RD6/PSP6	29	D6
RD7/PSP7	30	D7
RE0/RD/AN5	8	LE
RE1/WR/AN6	9	Output EN
RE2/CS/AN7	10	EN_LCD

N.A : No asignado

El esquemático en la figura 5.16 muestra la conexión de cada uno de los módulos con el microcontrolador.

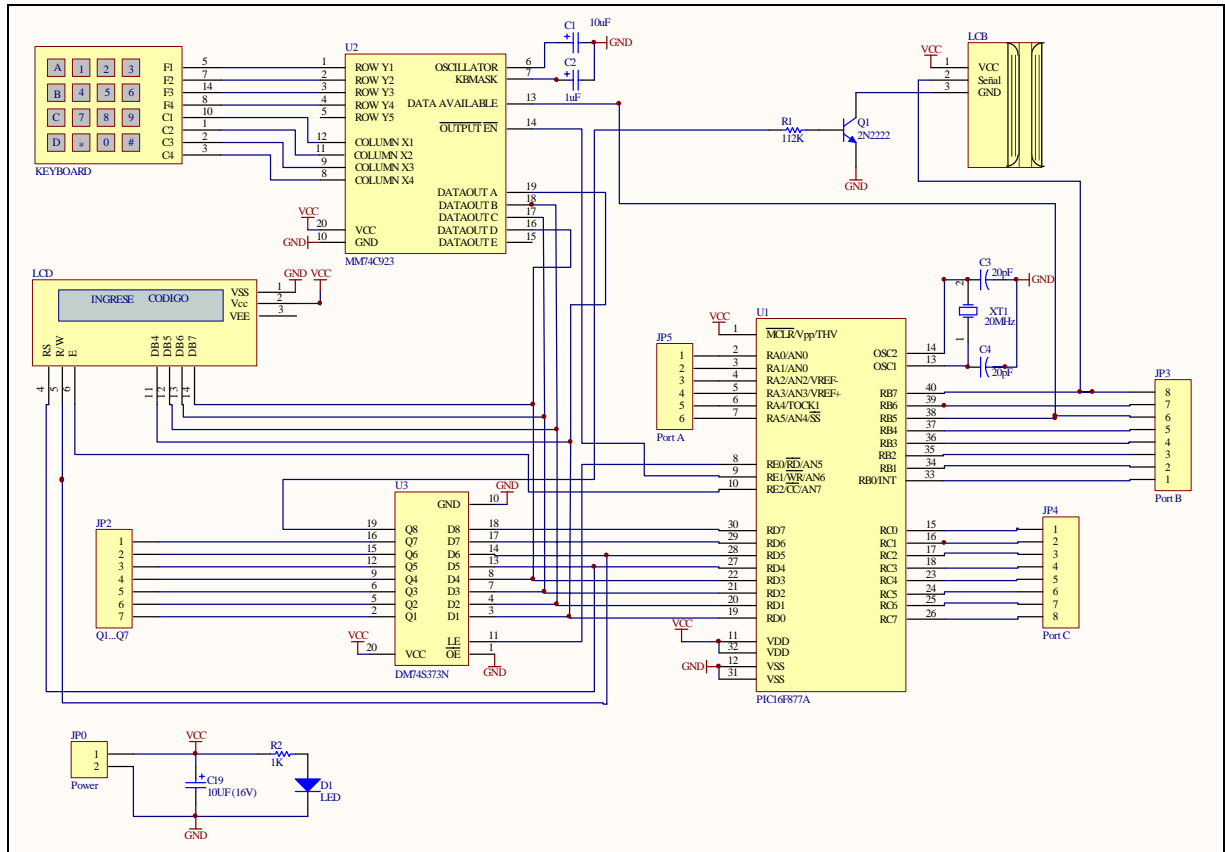
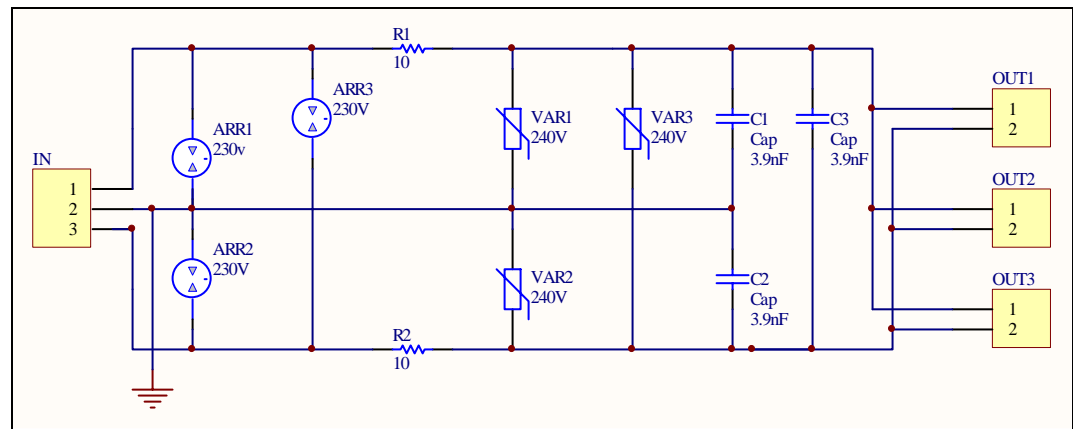


Figura 5.16 Circuito de Control

### 5.2.7. Módulo de Protección

Para proteger el equipo terminal contra sobretensiones en la línea telefónica, fue necesario implementar un circuito de protección. Este circuito está constituido por dispositivos semiconductores de funcionamiento rápido y de baja corriente (Varistores) y descargadores de gas que tienen un mayor tiempo de respuesta, pero soportan altas corrientes (Arrester). Este módulo atiende las recomendaciones de la U.I.T. en cuanto a protección.

El circuito de protección diseñado es el que se muestra en la figura 5.17



**Figura 5.17** Circuito de protección contra sobretensiones

En el esquema del circuito de protección de la figura 5.17, se aprecia la distribución de los dispositivos de protección formando tres mallas. Cada una de estas mallas se detalla en la tabla 5.4, donde se describe el tipo de protección brindada por cada componente del circuito.

**Tabla 5.4** Detalle de las mallas del circuito de protección.

Malla	Componentes de Protección Primaria	Componentes de Protección Secundaria	Componentes de Protección Contra RF
Tip - Ring	ARR1, R1, R2	VR1	C1
Tip - GND	ARR2, R1	VR2	C2
Ring - GND	ARR3, R2	VR3	C3

A continuación se describe cada una de las mallas:

- **Malla Tip – Ring:**

Cuando se origina una sobretensión, el voltaje en los terminales Tip – Ring alcanza el voltaje de protección del varistor *VR1* y éste comienza a desviar corriente hacia su terminal más negativo limitando el voltaje a la salida del módulo de protección. Si la corriente por *VR1* se incrementa, se origina un



voltaje en  $R1$  y  $R2$  que se suma al voltaje en  $VR1$  y si este voltaje alcanza el nivel de cebado del Arrester  $ARR1$ , éste se ioniza absorbiendo el voltaje al desviar corriente hacia su terminal más negativo, de esta manera el voltaje es limitando.

- **Malla Tip – GND:**

En este caso cuando la sobretensión supera el voltaje de protección del varistor  $VR2$ , se desvía la corriente limitándose el voltaje a la salida. La corriente en la malla Tip – GND se incrementa y en la resistencia  $R1$  se origina un voltaje que se sumará al de  $VR2$ . Si la suma de estas tensiones supera el nivel de cebado del Arrester  $ARR2$ , éste desviará la corriente hacia su terminal más negativo limitando el voltaje.

- **Malla Ring – GND:**

Esta malla se analiza de la misma manera que la malla Tip-GND.

Las siguientes ecuaciones corresponden al análisis para cada una de las mallas:

$$V_{TIP-RING} = V_{ARR1} = V_{R1} + V_{R2} + V_{VR1} \quad (5.4)$$

$$V_{TIP-GND} = V_{ARR2} = V_{R1} + V_{VR2} \quad (5.5)$$

$$V_{RING-GND} = V_{ARR3} = V_{R2} + V_{VR3} \quad (5.6)$$

$$V_{cb1} < V_{R1} + V_{R2} + V_{VR1} \quad (5.7)$$

$$V_{cb2} < V_{R1} + V_{VR2} \quad (5.8)$$

$$V_{cb3} < V_{R2} + V_{VR3} \quad (5.9)$$

Para dimensionar el circuito de protección se contemplaron los rangos máximos permitidos del circuito que se conectado directamente a la línea

telefónica, el cual corresponde al circuito de timbre LS1240. Éste es el encargado de recibir la señal de timbre generada por la central telefónica. Esta señal consiste en 100V *ca* a 20 Hz, sumados a los 48V *cd*. De esta forma se estaría hablando de una señal alterna con un valor pico de 189.4V aplicada al circuito de timbre del teléfono, siendo este el valor mínimo del rango de trabajo para el circuito de protección.

Los valores máximos del circuito de timbre LS1240 se muestran en la tabla 5.5.

**Tabla 5.5** Valores máximos de voltaje del circuito de timbre LS1240

Símbolo	Parámetro	Valor	Unidad
$V_{AB}$	Voltaje de timbre ( $f = 50$ Hz) continuo	120	Vrms
$V_{AB}$	Voltaje de timbre ( $f = 50$ Hz) intermitente	200	Vrms

$V_{AB}$ : Voltaje en la línea telefónica.

De acuerdo a la información anterior, el circuito de protección debe de tener un rango de trabajo entre 189.4 y 282.8 Vp.

$$189.4 < \text{Protección} < 282.8V \quad (5.10)$$

En el caso del descargador de gas (Arrester), los valores disponibles en el mercado no son los más adecuados según esta aplicación. A continuación se muestran en la tabla 5.6 los valores de descargadores de gas (Arrester) más cercanos al valor requerido:

**Tabla 5.6** Valores típicos de Descargadores de Gas (Arrester)

Tipo	Voltaje mínimo de cebado (V)	Voltaje típico de cebado (V)	Voltaje máximo de cebado (V)
110	88	110	132
145	116	145	174
230	195	230	265
250	213	250	288
300	255	300	345
350	297	350	403

En la tabla 5.6 se logra apreciar como el Arrester de 230V se ajusta a los requerimientos del sistema de acuerdo a los valores de tensión del rango de trabajo.

Aunque teóricamente el descargador de gas (Arrester) tiene un valor de tensión de cebado de 230V, es posible que la descarga la realice a una tensión entre 195V y 265V. En este caso, cualquiera de los valores extremos se encuentra dentro del rango de trabajo del sistema. Sin embargo, es conveniente hacer que el circuito de protección permita el paso de señales hacia el circuito telefónico lo más cercanas posibles al valor pico máximo de la señal de timbre, generada por la central telefónica, la cual es de 189.4V. Este nivel de protección se obtiene con el varistor.

Con el varistor seleccionado se logró bajar el nivel de tensión de operación del circuito de protección a un valor de 240V. Los valores característicos del varistor seleccionado se muestran en la tabla 5.7.

**Tabla 5.7** Valores característicos del varistor seleccionado

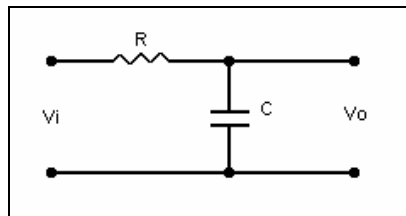
Característica	Dato
Tipo	2V150
Voltaje AC max	160 Vrms
Voltaje DC max	210 V
Voltaje Nominal	240 V

Para el dimensionamiento de las resistencias  $R1$  y  $R2$ , se tomó en cuenta que el valor debía ser lo más pequeño posible para procurar una atenuación mínima en la señal, pero que garantizara a la vez una caída de tensión necesaria para vencer la tensión de cebado de los descargadores de gas (Arrester) sumado a la tensión del varistor según sea la malla. De acuerdo a lo anterior, el valor de las resistencias se seleccionó a  $10\Omega$  con una potencia de disipación de 1W.

$$R_1 = R_2 = 10\Omega \quad (5.11)$$

Las sobretensiones no son el único problema eléctrico al que se han de enfrentar los dispositivos telefónicos. También está el tema del ruido que interfiere en el funcionamiento de los componentes electrónicos.

Hay que tomar en cuenta que cuando el circuito de protección no se encuentra sometido a una sobretensión, los dispositivos de protección tanto el varistor como el arrester se encuentran fuera de operación. De esta manera el circuito de protección contra RF se compone de las resistencias  $R_1$  y  $R_2$  junto a los capacitores  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ . Estos dispositivos están dispuestos de tal manera que se llega a formar un circuito RC paso bajo. La idea de emplear un filtro paso bajo surge de la necesidad de lograr rescatar únicamente las frecuencias comprendidas entre los 0 a 4KHz, que corresponde al espectro de frecuencias de la voz humana (ver figura 5.18).



**Figura 5.18** Filtro RC paso bajo

Para garantizar el ancho de banda requerido se realizó el cálculo del valor del capacitor:

$$V_o = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} * V_i \quad (5.12)$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{\frac{j\omega RC + 1}{j\omega C}} = \frac{1}{j\omega RC + 1}$$

$$H(j\omega) = \frac{\frac{1}{RC}}{j\omega + \frac{1}{RC}} \quad (5.13)$$

$$\omega_c = \frac{1}{RC} \Rightarrow f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad (5.14)$$

$$|H(j\omega)| = \frac{\frac{1}{RC}}{\sqrt{\omega^2 + \left(\frac{1}{RC}\right)^2}} \quad (5.15)$$

$$\theta(j\omega) = -\tan^{-1}[\omega RC] \quad (5.16)$$

$$R = 10\Omega \quad y \quad f_c = 4KHz$$

$$C = \frac{1}{2\pi f_c R} \Rightarrow C = 3.97\mu F \quad (5.17)$$

### 5.2.8. Módulo de Alimentación y carga

El ICE tiene como norma que los teléfonos públicos deben trabajar eficientemente con una corriente de línea de 22mA. Este valor de corriente es considerado como el valor mínimo que garantiza la línea telefónica en el caso extremo que el teléfono público se encuentra instalado a una distancia de 4km de la *Central*.

El prototipo del teléfono diseñado requiere de una corriente de 49mA cuando todos los módulos se encuentran en funcionamiento, ver tabla 5.8.

**Tabla 5.8** Consumos de corriente de los dispositivos del prototipo

Dispositivo	Consumo (mA)
Módulo Circuito de voz	12
Módulo de teclado	1.1
Módulo MODEM	10
Módulo LCD	5
Módulo LCB	6
Módulo Control	15
Módulo Protección	0
<b>TOTAL</b>	<b>49.1</b>

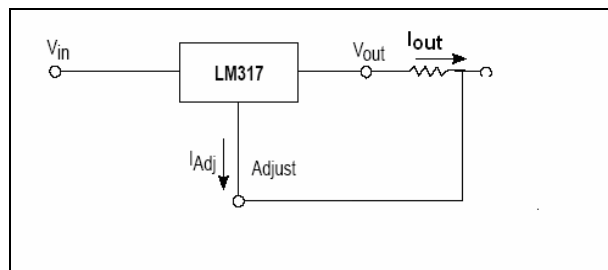
Debido a las limitaciones de corriente en la línea telefónica, fue necesario el desarrollo de un circuito que brindara la energía requerida por los circuitos digitales del sistema. Esto se llevó a cabo con la incorporación de una batería NiCad con su respectivo circuito de carga. Además, se realizó la regulación del voltaje para los módulos digitales y para el módulo del MODEM, los cuales requieren de 5V y 3.3V respectivamente.

### 5.2.8.1. Circuito de carga

Se utilizó una batería NiCad 270 mAh ya que es recargable, mantiene la tensión prácticamente constante durante casi el 90% del ciclo de descarga y su capacidad permite suplir sin problemas la corriente necesaria al sistema diseñado. Al mencionar que la batería tiene una capacidad de 270mAh, quiere decir que puede brindar una corriente de 270 mA continuamente durante una hora (135 mA durante dos horas, 67.5 mA durante cuatro horas, etc.).

Cuando todos los módulos se encuentran en funcionamiento el prototipo requiere de 49.1 mA, de manera que la batería estará en capacidad de alimentarlo durante cinco horas y media bajo condiciones de consumo.

El circuito de carga se implementó mediante el LM317 como regulador de corriente (ver figura 5.19), el cual proporciona una corriente constante a la batería durante el periodo de carga del 10% de su capacidad nominal (carga a 0.1C), donde  $C$  representa la capacidad de la batería en mAh. Por ejemplo, la batería utilizada en el diseño es de 270 mAh, por lo tanto se carga con una intensidad constante de 27 mA. Esto se conoce como circuito de carga lenta.



**Figura 5.19** Circuito de aplicación del LM317 como regulador de corriente

El integrado LM317 soporta una salida de al menos 2.2A. Tiene la propiedad de mantener siempre 1.25V entre las patillas *Adjust* y *Vout*. El valor de la resistencia  $R1$ , encargada de ajustar el valor de la corriente de salida

$I_{OUT}$ , es determinado por la intensidad a la que se requiere que se lleve a cabo la recarga de la batería NiCad, en este caso de 27mA.

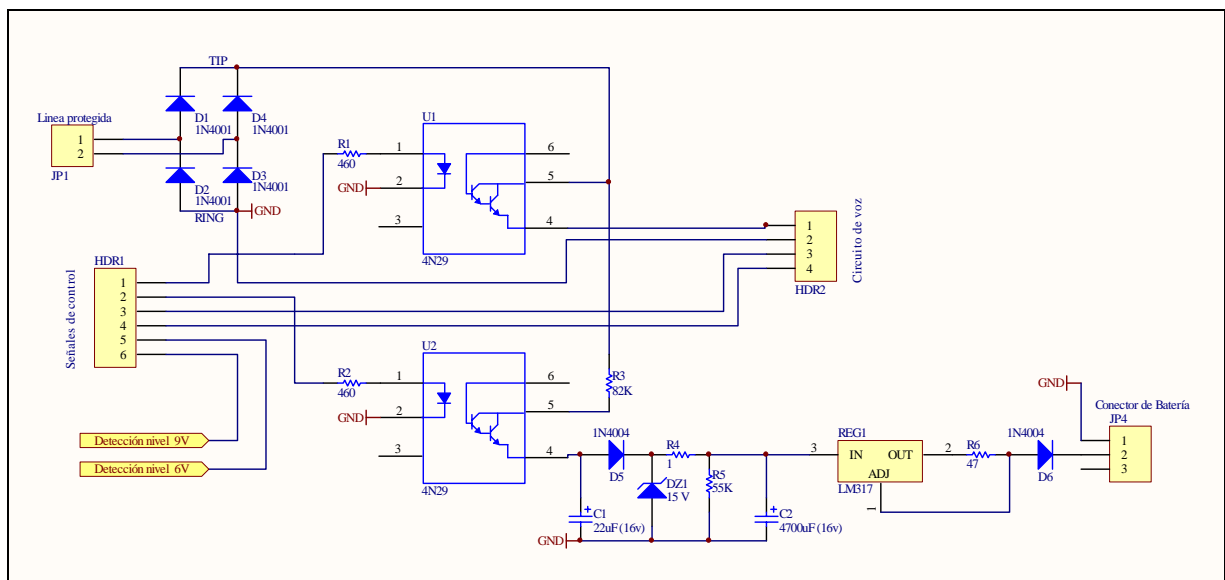
El cálculo de  $R_1$  para la batería NiCad de 270 mAh es el siguiente:

$$I_{OUT} = \left( \frac{V_{REF}}{R_1} \right) + I_{ADJ} \frac{1.25V}{R_1} \quad (5.18)$$

$$R_1 = \frac{V_{REF}}{I_{OUT}} = \frac{1.25V}{0.027A} = 47\Omega \quad (5.19)$$

La potencia de la resistencia se calcula multiplicando el potencial entre sus terminales (1.25V) por la intensidad que circula por ella (27mA). La potencia de  $R_1$  es de 0.0337 W, por lo tanto se selecciona una resistencia con una potencia de 0.25W.

El circuito de carga para la batería se muestra en el esquemático de la figura 5.20, formado por el regulador LM317 nombrado como  $REG1$  y con la resistencia  $R_6$ .



**Figura 5.20** Esquemático del circuito de carga



El acople del circuito de carga con la línea telefónica garantiza la tensión necesaria al regulador *REG1* para efectuar la recarga de la batería NiCad (ver figura 5.20). Para esto, como mínimo debe de contar en su terminal de entrada con 1.6V por cada una de las siete celdas que conforman la batería y 2V de la caída del LM317, lo cual da un total de 13.2V.

Como se mencionó en la sección 3.2.4, cuando el teléfono se encuentra colgado se dispone de una tensión de línea de 48V, por esta razón es en esta situación cuando se realiza la recarga de la batería.

La descripción del acople de la línea es la siguiente:

- El puente de diodos rectifica la señal de la línea, con una caída de tensión de 1.4V.
- Los capacitores *C1* y *C2* eliminan el rizado.
- Las resistencias *R3* y *R4* forman un divisor de voltaje para conseguir una la tensión de 20V en *R4*.
- El diodo *DZ1* limita la tensión a 15V.
- El diodo *D5* evita la descarga de *C2* hacia la línea telefónica.

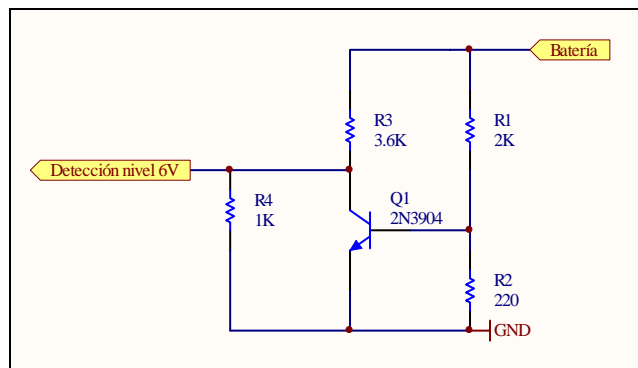
La recarga y descarga de la batería NiCad se controla mediante detectores de tensión, los cuales se implementaron utilizando configuraciones de polarización del transistor 2N3904 con divisor de voltaje. Este transistor se seleccionó ya que es un dispositivo de propósito general.

Cuando el nivel de carga de la batería disminuye a 6V el circuito de recarga entra en operación hasta que se alcance un nivel de 9V. Estos detectores envían hacia el microcontrolador una señal en alto para indicarle cuando se presenta alguno de los dos eventos.

La tensión de 6V en la batería es sensada ya que es el voltaje mínimo requerido por la etapa de regulación de tensión de los circuitos digitales para garantizar los 5V. Con un nivel de 9V se estaría detectando la carga plena de la batería NiCad, porque al estar compuesta por siete celdas de una capacidad de 1.4V cada una, la tensión total es de 9.8V.

### Detector de nivel de 6V

El circuito detector de 6v se muestra en la figura 5.21.



**Figura 5.21** Detector de nivel de 6V

La idea de la configuración del circuito de la figura 5.21 es que cuando el nivel de la batería NiCad disminuya hasta 6V, el transistor 2N3904 quede en corte y de esta forma desviar la corriente para que fluya a través de  $R3$  y  $R4$ . De esta forma, en  $R4$  se generará una caída de tensión (1.3V) suficiente para indicarle al microcontrolador que la batería se encuentra en su nivel mínimo permitido.

Las condiciones para el dimensionamiento del circuito detector de nivel de 6v son:

$$\text{Nivel} \geq 6V: V_{BE(SAT)} \geq 0.65V, I_B = 1mA, I_C = 10mA \quad (5.20)$$

$$VR_4 < 1.3V \quad (5.21)$$

$$\text{Nive} < 6V : V_{BE(SAT)} < 0.65V \quad (5.22)$$

$$VR_4 \geq 1.3V \quad (5.23)$$

El cálculo de los valores de las resistencias  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  y  $R_4$  para el detector de nivel de 6V se muestra a continuación:

$$V_{BE} = V_{R2} \quad (5.24)$$

$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{Batt} \quad (5.25)$$

$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot 6V = 0.6V$$

$$9R_2 = R_1 \quad (5.26)$$

$$\begin{aligned} R_1 &= 2K\Omega \\ R_2 &= 220\Omega \end{aligned} \quad (5.27)$$

$$V_{INT} = V_{R4} \quad (5.28)$$

$$V_{R4} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot V_{Batt} \quad (5.29)$$

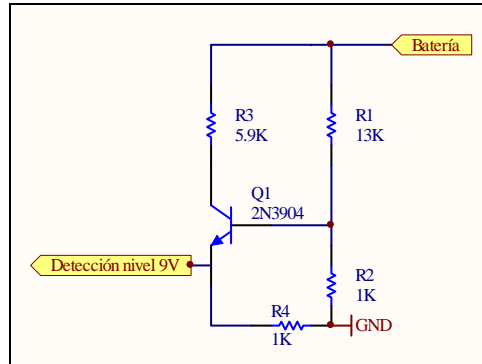
$$V_{R4} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot 6V = 1.3V$$

$$3.6R_4 = R_3 \quad (5.30)$$

$$\begin{aligned} R_3 &= 3.6K\Omega \\ R_4 &= 1K\Omega \end{aligned} \quad (5.31)$$

### Detector de nivel de 9V

El circuito detector de 9V se muestra en la figura 5.22.



**Figura 5.22** Detector de nivel de 9V

La idea de la configuración del circuito de la figura 5.22 es que cuando el nivel de la batería NiCad aumente hasta 9V, el transistor 2N3904 quede saturado y de esta forma provocar que la corriente fluya a través de  $R_3$  y  $R_4$ . De esta forma, en  $R_4$  se generará una caída de tensión (1.3V) suficiente para indicarle al microcontrolador que la batería se encuentra en su nivel máximo de carga.

Las condiciones para el dimensionamiento del circuito detector de nivel de 9V son:

$$\text{Nivel} < 9V : V_{BE(SAT)} < 0.65V \quad (5.32)$$

$$VR_4 < 1.3V \quad (5.33)$$

$$\text{Nivel} \geq 9V : V_{BE(SAT)} \geq 0.65V, I_B = 1mA, I_C = 10mA \quad (5.34)$$

$$VR_4 \geq 1.3V \quad (5.35)$$

El cálculo de los valores de las resistencias  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  y  $R_4$  para el detector de nivel de 9V se muestra a continuación:

$$V_{BE} = V_{R2} \quad (5.36)$$

$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{Batt} \quad (5.37)$$

$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot 9V = 0.65V$$

$$13R_2 = R_1 \quad (5.38)$$

$$\begin{aligned} R_1 &= 13K\Omega \\ R_2 &= 1K\Omega \end{aligned} \quad (5.39)$$

$$V_{INT} = V_{R4} \quad (5.40)$$

$$V_{R4} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot V_{Batt} \quad (5.41)$$

$$V_{R4} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot 9V = 1.3V$$

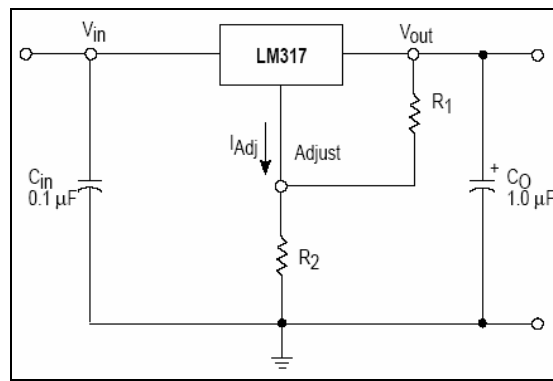
$$5.9R_4 = R_3 \quad (5.42)$$

$$\begin{aligned} R_3 &= 5.9K\Omega \\ R_4 &= 1K\Omega \end{aligned} \quad (5.43)$$

### 5.2.8.2. Circuito Regulador

Dentro del módulo de alimentación y carga, se encuentran los circuitos encargados de la etapa de regulación para los voltajes requeridos por los circuitos digitales y por el módulo del MODEM.

El circuito de regulación se implementó mediante el LM317 como regulador de voltaje (ver figura 5.23), el cual mediante el ajuste de las resistencias  $R_1$  y  $R_2$  se obtuvieron las tensiones de 5V y 3.3V.



**Figura 5.23** Circuito de aplicación del LM317 como regulador de voltaje

El cálculo de los reguladores de voltaje para las tensiones de 5V y 3.3V se muestra a continuación:

$$V_0 = 1.25V \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{ADJ} \cdot R_2 \quad (5.44)$$

$$V_0 = 1.25V(1+0) + I_{ADJ} \cdot 0 \quad (5.45)$$

$$V_0 = 1.25V \quad (5.46)$$

$$I_{ADJ} \cong 0 \quad (5.47)$$

$$V_0 = 1.25V \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad (5.48)$$

$$\text{Caso: } V_0 = 5V$$

$$5V = 1.25V \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

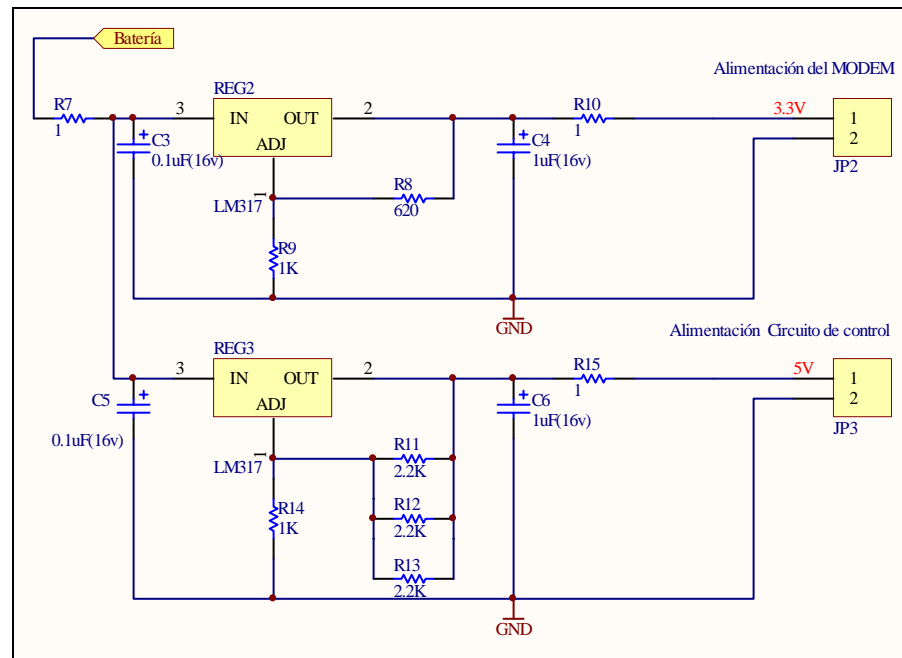
$$\frac{R_2}{R_1} = 3 \quad \text{Si: } R_2 = 470\Omega, R_1 = 156\Omega \quad (5.49)$$

$$\text{Caso: } V_0 = 3.3V$$

$$3.3V = 1.25V \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$\frac{R_2}{R_1} = 1.64 \quad \text{Si: } R_2 = 1K\Omega, R_1 = 620\Omega \quad (5.50)$$

El circuito regulador para 5V se muestra en el esquemático de la figura 5.24, formado por el regulador LM317 nombrado *REG2* y con las resistencias *R7* y *R8*, mientras que el regulador para 3.3V está formado por el regulador *REG3* y las resistencias *R9* y *R10*.



**Figura 5.24** Reguladores de voltaje

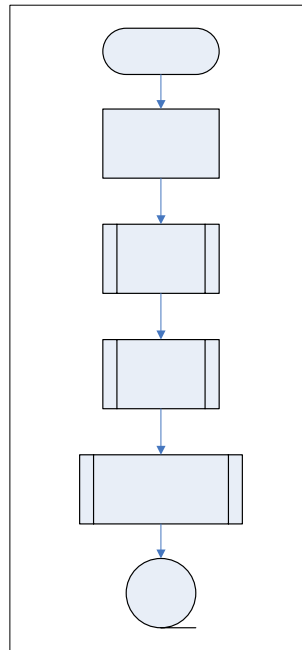
### 5.3. Descripción del software

El código desarrollado está en su totalidad en *lenguaje C*, de manera que será más fácil para un programador realizar modificaciones en el código sin tener que verse ligado al tipo de hardware utilizado, de manera que es posible cambiar el tipo de controlador en caso de querer incorporar algún tipo de función al sistema y que el controlador actual no las soportara.

#### Principal:

Al iniciar el sistema por primera vez se debe de inicializar cada uno de los módulos que lo requieran, de manera que será en este procedimiento donde se inicializarán componentes como el LCD y el MODEM. La figura 5.25 muestra el diagrama de flujo seguido para el procedimiento principal.



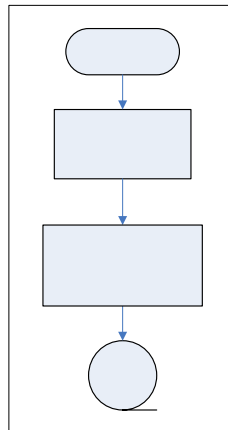


**Figura 5.25** Diagrama de flujo del procedimiento principal

El sistema inicia con un retardo al sistema de 750 ms, con el fin de permitir a los niveles de voltaje y corriente en el sistema lograr estabilizarse; luego se llama a los procedimientos de inicialización de las principales variables y al procedimiento que inicializa el LCD.

**Iniciar:**

En este procedimiento se generan las instrucciones que inicializan las variables globales del código y se deshabilitan las interrupciones para evitar errores en la inicialización de los módulos. Estos módulos son internos en el controlador, como el módulo de comunicación serie USART, contadores y timers (ver figura 5.26).

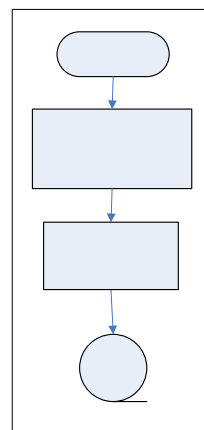


**Figura 5.26** Diagrama de flujo del procedimiento Iniciar.

#### **Ini\_LCD:**

Este procedimiento inicializa el LCD, para esto se deben programar los registros de comando del controlador del módulo. El primer comando enviado es el encargado de indicar al controlador que se trabajará con una comunicación en 4 bits, una vez hecho esto se envían los códigos para el posicionamiento y estado del cursor, así como también el encendido de la pantalla.

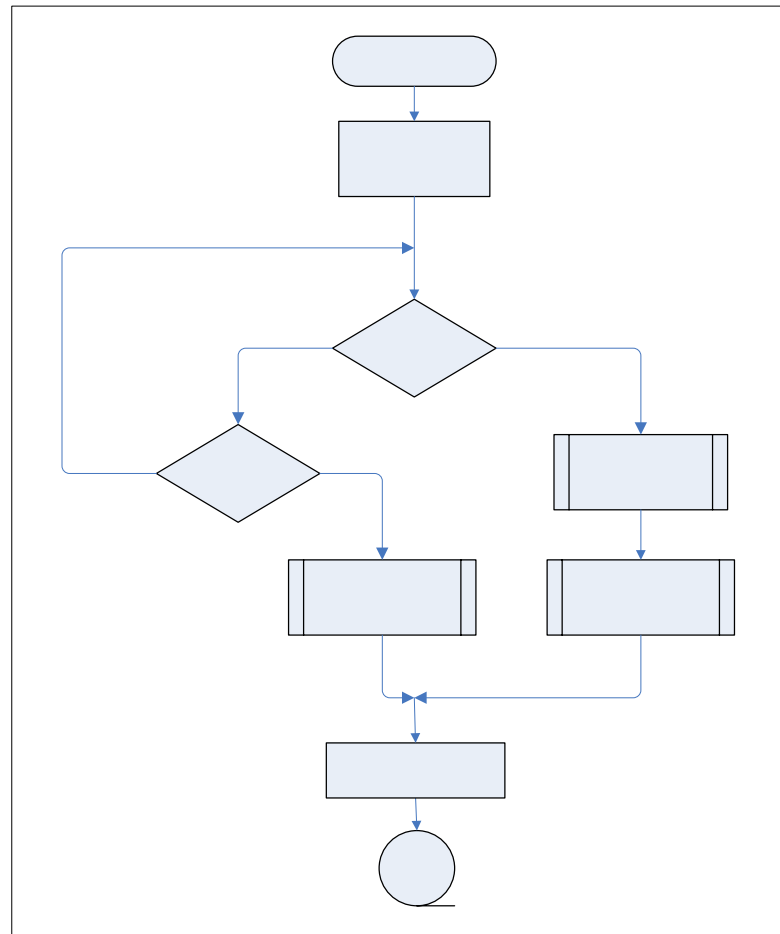
Cuando la pantalla ha sido habilitada se despliega un mensaje de bienvenida y se le indica al usuario que puede iniciar con el proceso de la llamada. La figura 5.27 muestra el diagrama de flujo para este procedimiento.



**Figura 5.27** Diagrama de flujo del procedimiento de inicialización del LCD.

**Ingreso\_codigo:**

El diagrama de flujo mostrado en la figura 5.28 muestra el algoritmo que se desarrollará para el ingreso del código de tarjeta.



**Figura 5.28** Diagrama de flujo del procedimiento ingreso\_codigo

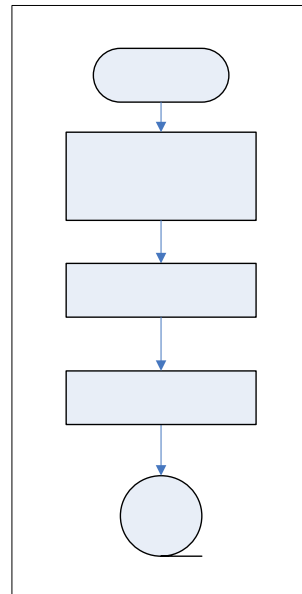
Una vez inicializada cada una de las variables involucradas en la rutina, para luego evaluar quién ha interrumpido el sistema y así determinar si el ingreso del código se está realizando por medio del LCB o del teclado.

En caso de tratarse del teclado, se llama a los procedimientos de lectura del teclado. Si se trata del lector de código de barras (LCB), se debe de llamar al procedimiento de atención al LCB, para luego convertir este valor

a código ASCII. El despliegue del código en la pantalla solo tendrá efectos para las pruebas del sistema.

**Lee\_tecla:**

Para realizar la lectura del teclado se debe de habilitar el decodificador de teclado para que el dato sea colocado en el bus y así poder leerlo por medio de las líneas menos significativas en el puerto *D* del microcontrolador 16F877A. Una vez que el dato esta almacenado dentro de una variable, es posible someterlo a un bloque que permita asignar su correspondiente valor en ASCII.

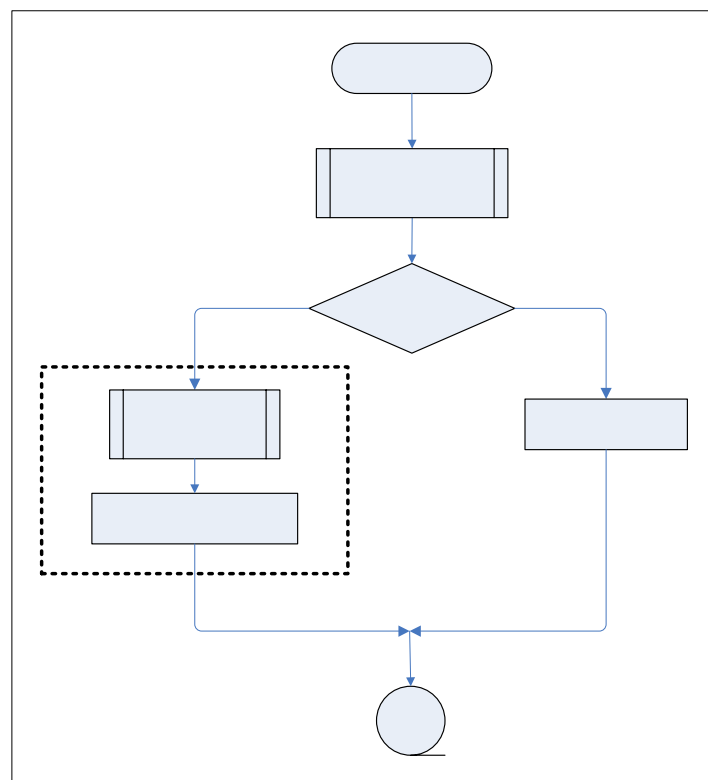


**Figura 5.29** Diagrama de flujo del procedimiento principal

**Atención LCB:**

Esta rutina esta encargada de realizar la lectura del módulo LCB, desde la habilitación del mismo hasta la decodificación del tren de pulsos que se genera al deslizar la tarjeta con el código de barras.

La figura 5.30 muestra el algoritmo seguido para el desarrollo de esta rutina de atención, partiendo desde la captura de una muestra, hasta el almacenamiento del código de barras impreso en la tarjeta de prepago.



**Figura 5.30** Diagrama de flujo del procedimiento de ingreso de código

El primer procedimiento que se invoca en esta rutina es el encargado de tomar una muestra de los tiempos correspondientes a un “uno” ó un “cero” lógico. Con este valor se debe de realizar el resto de la decodificación de tiempos en alto y bajo de la señal.

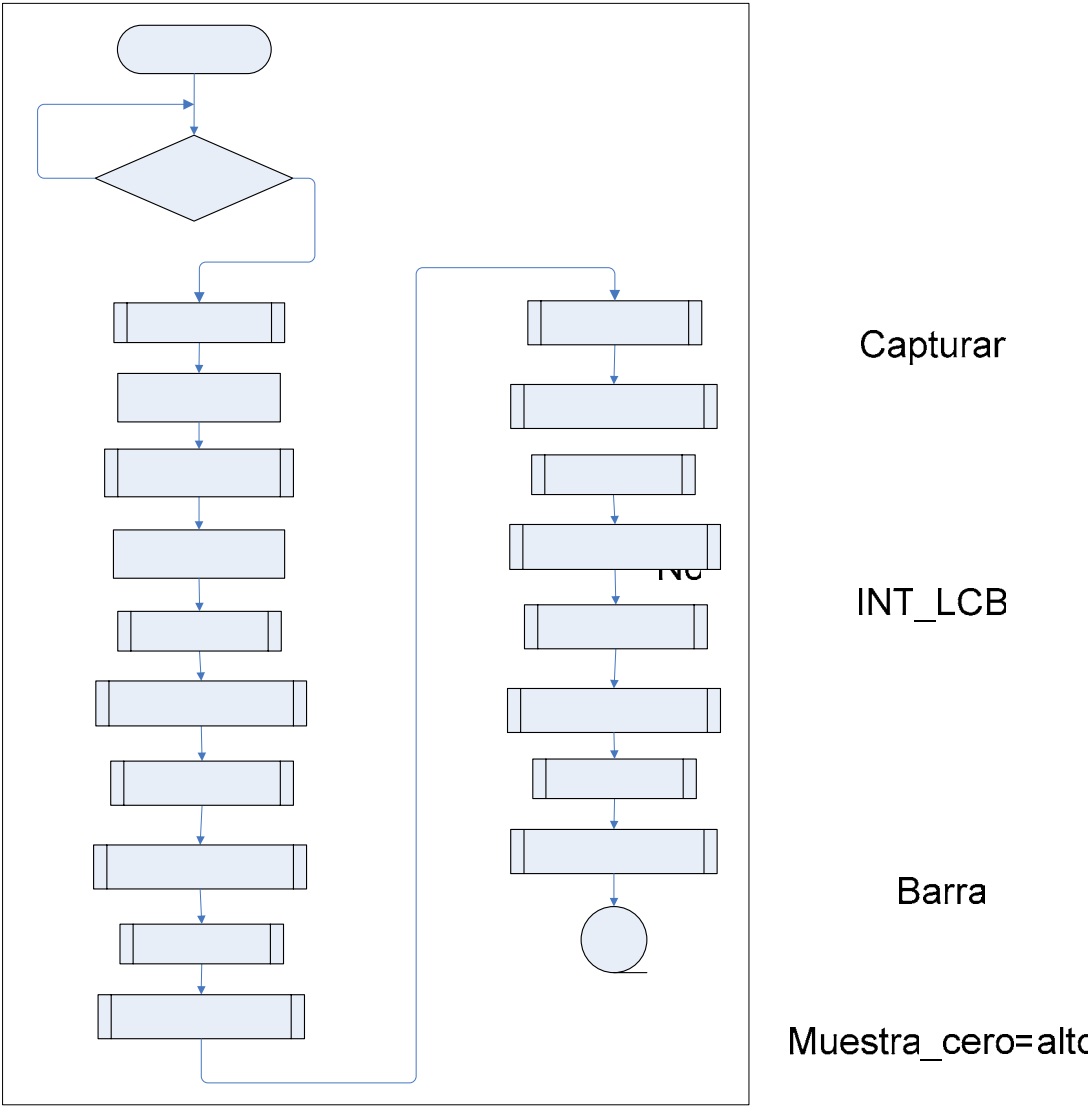
Una vez interpretado el primer caracter, se debe determinar si corresponde a un asterisco, con el cual se indica que la lectura es correcta. De coincidir este valor, se continúa con la captura del resto de los caracteres en el código de barras, hasta leer otro asterisco con el que se indica que se ha llegado al final del código.

### **Capturar:**

Esta es la rutina encargada de capturar el código de los nueve elementos (barra o espacio) correspondientes a un carácter en el código de barras.

El procedimiento está basado estrictamente en definir cuando se ejecuta una transición de un estado lógico a otro, habilitando los timers y almacenando estos valores, para luego someterlos a bloques de decisión y comparación.

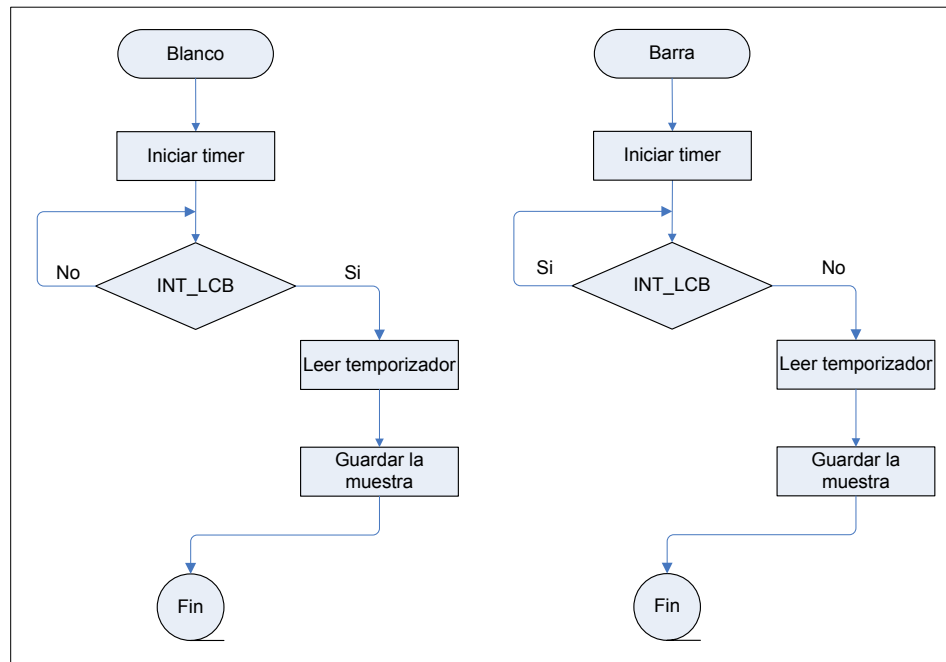
La figura 5.31 contiene al algoritmo seguido para realizar la captura del código de barras. Se trata de una rutina completamente lineal, es decir que no hay toma de decisiones una vez iniciada la captura de los caracteres. Después de confirmar la interrupción por parte del LCB, se procede con la toma de los tiempos en alto y bajo de la señal que llega al controlador.



**Figura 5.31** Diagrama de flujo del procedimiento captura del código

**Blanco y Barra:**

Estos procedimientos son invocados desde la rutina de captura del código de barras, y tienen como única función adquirir el tiempo en que la señal se encuentra en bajo (Barra) ó en alto (Blanco). El algoritmo que maneja cada una de estas rutinas se muestra en la figura 5.32.



**Figura 5.32** Diagrama para los tiempos en alto y bajo de la señal del LCB.

Una vez que se lleva a cabo la transición de un estado lógico al otro, se lee el dato en el registro del timer y se guarda una muestra para luego ser manipulada en la rutina de captura de código.



## Capítulo 6: Análisis de Resultados

---

### 6.1. Análisis de resultados

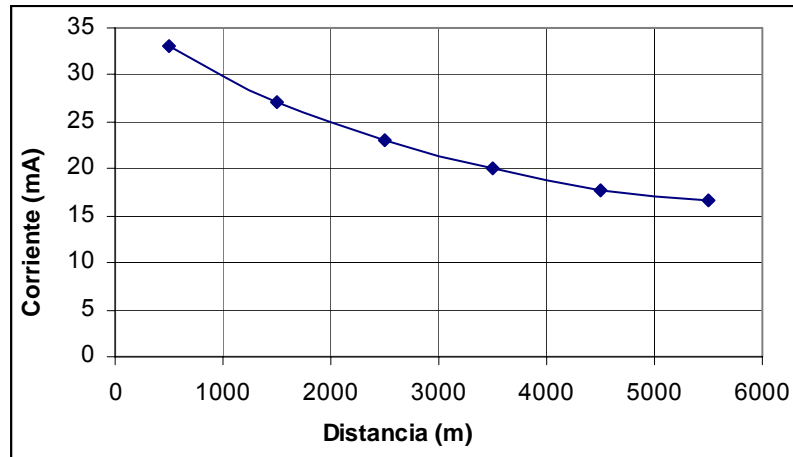
Para verificar el bajo consumo de corriente de línea del prototipo diseñado se le realizaron mediciones de éste parámetro a diferentes distancias desde la *Central*, con el fin de determinar si el sistema opera eficientemente con la corriente de línea estándar del radio de trabajo mínimo indicado por el ICE.

En las mediciones de corriente y voltaje realizadas se utilizó un simulador de pérdidas de línea, el cual permite seleccionar diferentes distancias desde la *Central Telefónica*. Estos valores se presentan en la tabla 6.1.

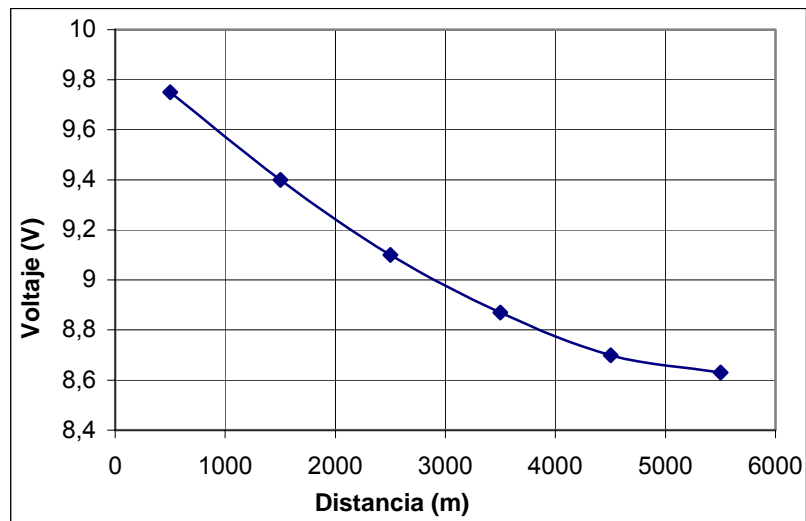
**Tabla 6.1** Niveles de voltaje y corriente a diferentes distancias.

Distancia (m)	Corriente (mA)	Voltaje (V)
500	33.1	9.75
1500	27.2	9.4
2500	23.0	9.1
3500	20.1	8.87
4500	17.8	8.7
5500	16.7	8.63

Según los datos de la tabla anterior, la tendencia de la corriente y el voltaje es disminuir conforme aumenta la distancia a la que se encuentra el teléfono público. Este comportamiento es ocasionado por las atenuaciones en la línea telefónica, el cual se aprecia en las figuras 6.1 y 6.2.



**Figura 6.1** Corriente vrs distancia desde la *Central*.



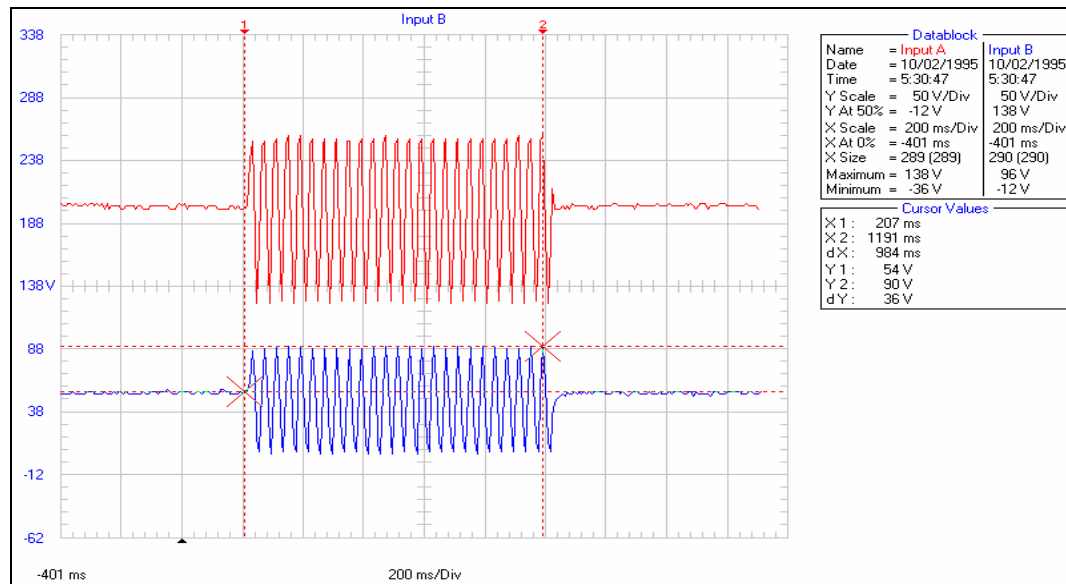
**Figura 6.2** Voltaje vrs distancia desde la *Central*.

En la figura 6.1 se muestra el comportamiento de la corriente de línea en función de la distancia, donde se refleja la importancia de desarrollar un sistema de bajo consumo de corriente, ya que dependiendo de este consumo así será la distancia a la que se podrá instalar el teléfono. Como ya se mencionó en la sección 5.2.8, el ICE establece un radio de operación mínimo de 4 km desde la central. En este caso se puede asegurar que el diseño del prototipo del teléfono público puede

trabajar eficientemente hasta una distancia de 5.5km, ya que consume una corriente de 16.7mA, siendo este valor menor a 20mA que es el que garantiza la red de telefónica del ICE. Por esta razón se concluye que es un sistema de bajo consumo de corriente.

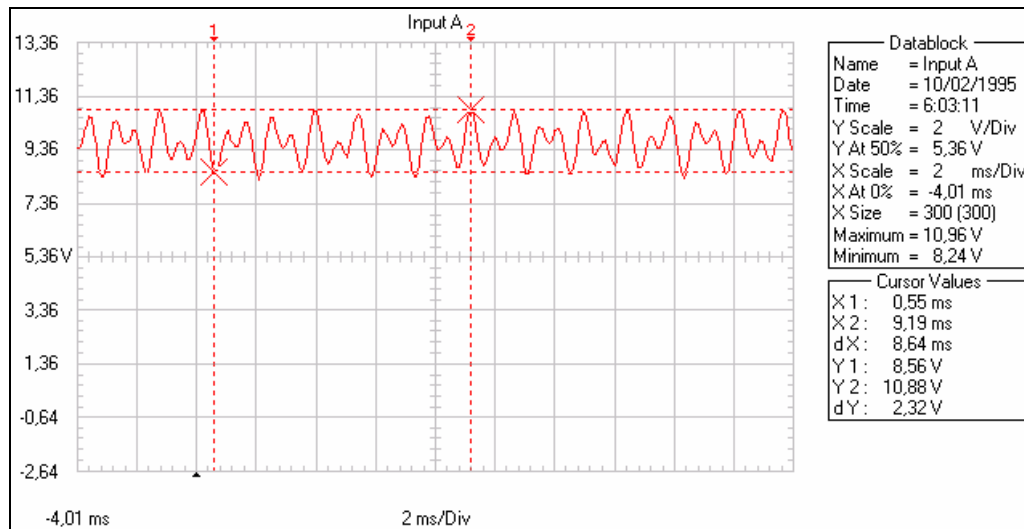
Según la tabla 6.2, el voltaje de línea para una distancia de 5.5Km es de 8.63V, superando los 1.6V mínimos requeridos por el circuito de voz PSB4500 para llevar a cabo la regulación en la transmisión de voz. De esta forma se tiene certeza que para el radio de operación mínimo se puede realizar la regulación de transmisión de voz.

Para verificar el correcto funcionamiento del circuito de timbrado se realizaron llamadas entrantes al circuito telefónico, mientras éste se encontraba conectado al simulador de pérdidas de línea y de esta manera comprobar el funcionamiento al variar la distancia desde una central. Al medir la señal de timbrado generada por la central telefónica a una distancia de 5.5Km en la entrada del prototipo, se alcanzó un valor pico de 96V con una frecuencia de 22.5Hz y se comprobó que este valor era suficiente para que el circuito realizara el timbrado. Estos valores se indican en la figura 6.3. La señal superior corresponde a la señal de timbre en la central y la que se encuentra en la parte inferior corresponde a la medición a la entrada del teléfono.



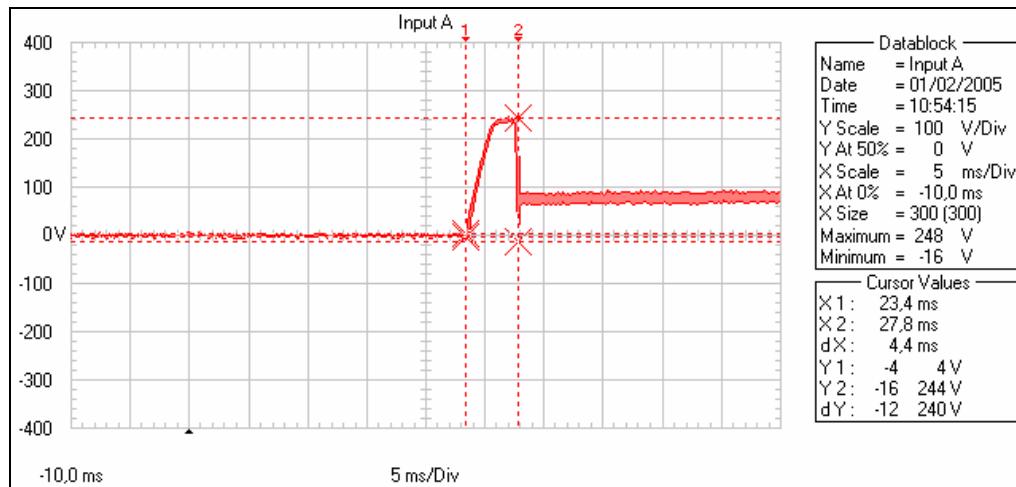
**Figura 6.3** Señal de timbrado a 5.5 Km de la central.

Se estudió el comportamiento de la señal de DTMF generada por el MODEM CMX869A para así descartar cualquier inconveniente con respecto a la atenuación en la línea. De igual forma que el caso del circuito de timbrado, se simularon los 5.5Km de distancia, para determinar si la señal DTMF es recibida correctamente por la central telefónica. Según se puede apreciar en la figura 6.4, la señal mostrada corresponde a la señal DTMF que se genera al presionar la tecla del número "5". Dicha señal no sufrió ninguna distorsión y presenta el comportamiento característico de la suma de frecuencias de dos señales. Para demostrar la correcta generación de tonos, se efectuaron llamadas para comprobar si eran aceptadas por la central telefónica.



**Figura 6.4** Tono DTMF para la tecla #5.

El circuito de protección diseñado, se sometió a prueba mediante un equipo capaz generar tensiones de 100V, 250V, 500V y 1000V. Este equipo es utilizado normalmente para medir aislamiento de las líneas telefónicas, aplicando una tensión elevada a las mismas y verificando que no se den caídas en el nivel de voltaje. Tales tensiones fueron aplicadas al circuito de protección para validar su funcionamiento. Este instrumento permitió simular las sobretensiones que se presentan en la línea telefónica. En la figura 6.5 se expone la señal medida entre las líneas Tip y Ring del circuito de protección al aplicarle una tensión de 500V. En ella se indica cual es el valor pico máximo antes de que el circuito de protección realice la descarga a tierra. Dicho valor es de 248V, el cual se encuentra dentro del rango de 189.4V y 282.8V que es el requerido para una correcta protección del sistema.



**Figura 6.5** Comportamiento del circuito de protección al aplicarle 500V.

El buen desempeño del circuito de protección no se basa únicamente en la descarga, sino en que su tiempo de respuesta sea el menor posible. Al observar la señal de la figura 6.5, se nota como la respuesta del circuito en el momento en que se sobrepasa el valor de protección del varistor, la limitación del voltaje se da de forma inmediata y el tiempo que tarda en realizarse la descarga desde el momento en que se efectúa la limitación de voltaje es aproximadamente 2ms, absorbiendo de esta forma el transitorio en el instante que ocurre.

En la figura 6.5 también se logra apreciar y demostrar a la vez, el comportamiento de los dispositivos de protección utilizados en este circuito. La sección de la curva comprendida desde el inicio de la sobretensión hasta instantes antes de la descarga, corresponde al comportamiento característico de un varistor, el cual, en el momento en que se alcanza el voltaje de protección del mismo, éste comienza a desviar corriente limitando el voltaje a la salida del módulo. En el otro tramo de la señal se aprecia el comportamiento del descargador de gas (Arrester), entrando en operación cuando se alcanza su nivel de cebado y absorbe el voltaje al desviar la corriente hacia su terminal más negativo.

La razón por la que se decidió implementar una interfase gráfica es brindar al usuario información sobre el estado del teléfono y la llamada realizada. Se logró desplegar mensajes de “Colgado” y “Descolgado” así como el número digitado. Sin embargo, cuando la plataforma de prepago 197 no acepta el código de la tarjeta debido al ingreso de un código incorrecto o por falta de fondos, no se puede desplegar un mensaje que le indique al usuario sobre la situación en ese momento. Esto lo causa la falta de señales por parte de la plataforma para lograr sincronizar ambos sistemas.

El software desarrollado para la interpretación del código de barras requiere que el usuario deslice la tarjeta de prepago a una velocidad constante para así lograr una correcta interpretación. De no ser así se puede presentar el problema que un “cero” sea interpretado como un “uno” o viceversa. Esta velocidad puede variar dentro del rango de 77mm/s y 1000 mm/s, los cuales corresponden a los límites establecidos por el temporizador del microcontrolador y la capacidad de conmutación del sensor.

Para verificar que el código interpretado es el correcto se realizaron pruebas en las que se deslizaba la tarjeta de prepago por el lector y se mostraba en la pantalla LCD cuál era el código leído. Durante estas pruebas se utilizaron diferentes tarjetas de prepago para comprobar la sensibilidad del lector. Una vez que se comprobó que la decodificación era correcta, se realizaron llamadas a la plataforma de prepago mediante las cuales se logró comprobar que el código de la tarjeta transmitido por el sistema era aceptado por la plataforma de prepago.

## Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones

---

### 7.1. Conclusiones

- El prototipo del teléfono público 197 ICE es un sistema de bajo consumo de corriente de línea.
- El teléfono diseñado es capaz de realizar la regulación de transmisión de VOZ.
- Para un radio de trabajo de 5.5Km las señales de DTMF son aceptadas por la central telefónica.
- El circuito de protección realiza la descarga de la sobretensión dentro del rango permitido de trabajo.
- La utilización de la interfase gráfica se ve limitada debido a la falta de señales de sincronización de la plataforma de prepago.
- La velocidad de desplazamiento de la tarjeta de prepago debe ser constante para una correcta lectura.
- La decodificación de la tarjeta es reconocida por la plataforma de prepago.



## **7.2. Recomendaciones**

- Se debe realizar un estudio de las condiciones en las que se encuentran las líneas telefónicas. De manera que se conozca cuánta es la atenuación que presenta la línea, así como los niveles de voltaje y corriente disponibles para realizar la conexión de un equipo de comunicación.
- Debe incluirse un protocolo de señalización en la plataforma de prepago con el que se pueda realizar la sincronización con el teléfono público, de manera que permita el despliegue de información al usuario como el saldo en la tarjeta durante la llamada.
- Para evitar problemas con la velocidad con la que el usuario desliza la tarjeta de prepago, debe utilizarse un lector de código tipo láser, el cual se encarga de la velocidad a la que se realiza el barrido a lo largo del código de barras.
- Se debe garantizar una red de tierra para el correcto funcionamiento de los circuitos de protección.

## Bibliografía

- [1] Blake, Roy. *Sistemas Electrónicos de Comunicaciones*. Segunda edición. International Thompson Editores. México, 2004.
- [2] Instituto Costarricense de Electricidad. Funcionamiento del Teléfono. [en línea] <[www.grupoice.com/esp/cencon/pdf/educ/func\\_del\\_telefono.pdf](http://www.grupoice.com/esp/cencon/pdf/educ/func_del_telefono.pdf)>
- [3] Microsoft Corporation. *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2000. Código de barras*. [Disco Compacto], 1993-1999.  
[Consulta: 19 Julio 2005].
- [4] Buchmann, Isidor. *No todos los cargadores son iguales* [en línea]. Cadex Electronics Inc. 2002.  
<<http://www.buchmann.ca/article18-page2-spanish.asp>>  
[Consulta: 19 Julio 2005]
- [5] Ralph Tenny. NiCad Battery Charger. [en línea]. Dallas Personal Robotics Group (DPRG), August 2002.  
<<http://list.dprg.org/archive/1999-May/010114.html>>  
[Consulta: 02 Agosto 2005]
- [6] Lythall, Harry. Batteries. [en línea]. Harry's Homebrew Homepage.  
<<http://web.telia.com/~u85920178/begin/batt-00.htm>>  
[Consulta: 20 Julio 2005]
- [7] Sanyo Electric Co. Rechargeable Cadnica Batteries. [en línea] Japón 2002.  
<[www.sanyo.com/batteries/pdfs/cadnica\\_E.pdf](http://www.sanyo.com/batteries/pdfs/cadnica_E.pdf)>  
[Consulta: 23 Agosto 2005]

- [8] A.Sanz y J.I. Artigas. Diseño de Bajo Consumo. Universidad de Zaragoza. [en línea]  
<[www.cps.unizar.es/~te/Docencia\\_archivos/eaarchivos/t6\\_lowpr.pdf](http://www.cps.unizar.es/~te/Docencia_archivos/eaarchivos/t6_lowpr.pdf)>  
Resultado Suplementario>  
[Consulta: 02 Setiembre 2005]
- [9] Grupo Protecciones y Puesta a Tierra. *Recomendaciones UIT*. Documentos- Protecciones y Puesta a Tierra. [en línea]  
<[http://10.129.45.20/gr/gc/protecciones/documentos/UIT\\_index.htm](http://10.129.45.20/gr/gc/protecciones/documentos/UIT_index.htm)>  
[Consulta: 19 Setiembre 2005]
- [10] Okaya Electric America. *Surge Absorber* [en línea]. 503 Wall St., Valparaiso, IN 46383. [en línea]  
<<http://www.okaya.com/images/noise/1400.pdf>>  
[Consulta: 19 Setiembre 2005]
- [11] Leo, Lisa. *Resettable Circuit Protection for Telecom Networks*. Tyco Electronics, Raychem Circuit Protection. [en línea]  
<<http://www.electronicproducts.com/ShowPage.asp?SECTION=3700&PRIMID=&FileName=octray1.oct2001>>  
[Consulta: 20 Julio 2005]
- [12] Ciarcia, Steve y Bachiochi, Jeff. *Modem and Power-Line Protection*. Circuit Cellar, Junio 1998. [en línea]  
<<http://www.circuitcellar.com/library/print/0198/Steve90/4.htm>>  
[Consulta: 20 Julio 2005]

- [13] Dehn. *Nuevas Tecnologías en la Protección contra Rayos y Sobretensiones*. [en línea]  
<[http://www.dehn.de/www\\_DE/frameset\\_ES\\_int.html?/www\\_DE/PAGES\\_ES\\_INT/service/downloads.html](http://www.dehn.de/www_DE/frameset_ES_int.html?/www_DE/PAGES_ES_INT/service/downloads.html)>  
[Consulta: 01 Julio 2005]
- [14] Dehn. *Protección Contra Sobretensiones*. [en línea]  
<[http://www.dehn.de/www\\_DE/frameset\\_ES\\_int.html?/www\\_DE/PAGES\\_ES\\_INT/service/downloads.html](http://www.dehn.de/www_DE/frameset_ES_int.html?/www_DE/PAGES_ES_INT/service/downloads.html)>  
[Consulta: 01 Julio 2005]
- [15] Weidmuller. *Protección contra Sobretensiones*. [en línea]  
<<http://www.weidmuller.es/docs/downloads.asp?id=35792&domid=1031&sp=S&addlastid=&m1=21947&m2=22620&m3=35792>>  
[Consulta: 19 Julio 2005]
- [16] Di Donato, Andrés. *Protección contra Sobretensiones*. PHOENIX CONTACT. Argentina. [en línea]  
< [http://www.phoenixcontact.com.ar/ar/information/info\\_tt.htm](http://www.phoenixcontact.com.ar/ar/information/info_tt.htm)>  
[Consulta: 19 Julio 2005]
- [17] Celsa. *Lector de Códigos de Barras para Teléfonos Públicos*. 2002.
- [18] Barragán Segura, Felipe. *Diferentes Tipos de Códigos de Barras*. Metrologic México, S.A. [en línea]  
<<http://www.metrologicmexico.com/contenido/archivos/000054.shtml>>  
[Consulta: 21 Junio 2005]

- [19] Cardona, Verónica. *Los Códigos de Barras*. Instituto Colombiano de Codificación y Automatización Comercial. 12 de Junio 2002.
  
- [20] Díaz, Carlos. *Baterías NiCad*. [en línea]  
<<http://perso.wanadoo.es/chyryes/tutoriales/nicad1.htm>>  
[Consulta: 23 Agosto 2005]
  
- [21] ifent.org . *Varistores*. Valencia, España [en línea]  
< <http://www.ifent.org/lecciones/varistores/>>  
[Consulta: 23 Agosto 2005]
  
- [22] Telefonía de España, SAU. *Características Técnicas de las Interfaces de Telefonía de España*. Versión Primera. España, 2000 [en línea]  
< [www.telefonica.es/interfaces/doc\\_pdf/itecd007.pdf](http://www.telefonica.es/interfaces/doc_pdf/itecd007.pdf) >

## **Apéndices**

## **A.1 Glosario, abreviaturas y simbología**

A: Amperio

ca: Corriente alterna

Colibrí 197 ICE: Teléfono público propiedad del I.C.E

cd: Corriente directa

DTMF: Tono doble multi-frecuencia

Hz: Hertz

I.T.C.R. Instituto Tecnológico de Costa Rica

ICE: Instituto Costarricense de Electricidad

KV: Kilo voltios ( $\times 10^3$ )

LCB: Lector de código de barras

LCD: Display de cristal líquido

LCD: Liquid cristal display

mA: miliamperios

mAh: miliamperios hora

NiCad: Níquel Cadmio

ns: nano segundo

RF: Radio Frecuencia

UEN: Unidad Estratégica de Negocios

UENTP: Unidad Estratégica de Negocios de Telefonía Pública

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones

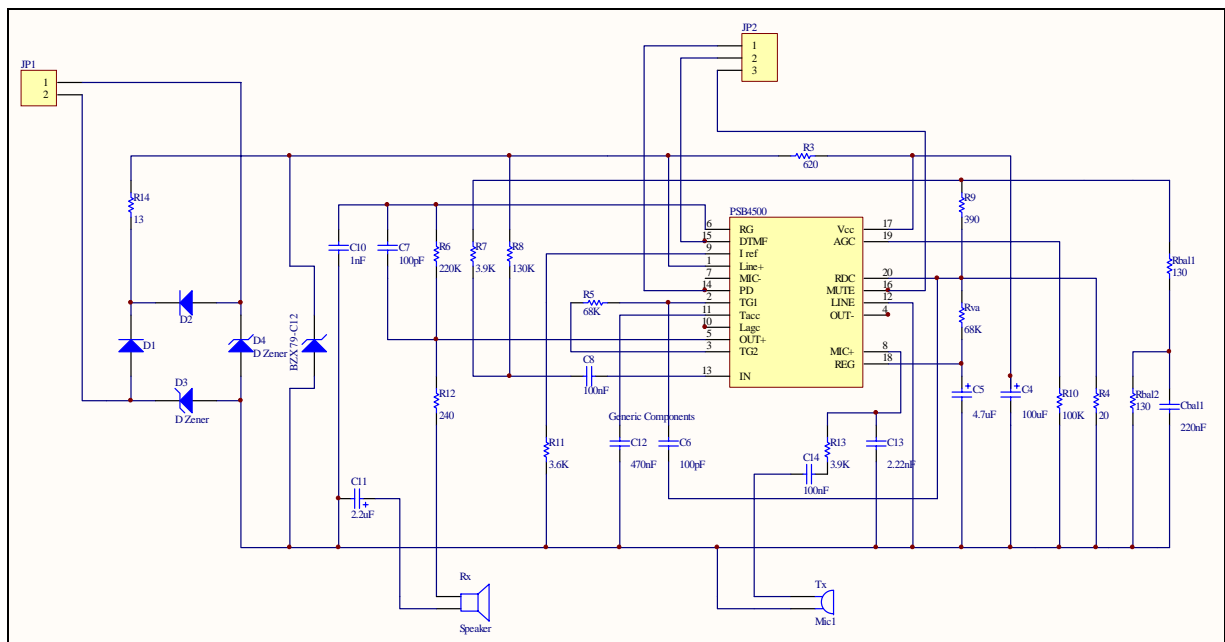
V: Voltaje

Vp: Voltaje pico

$\Omega$ : ohm

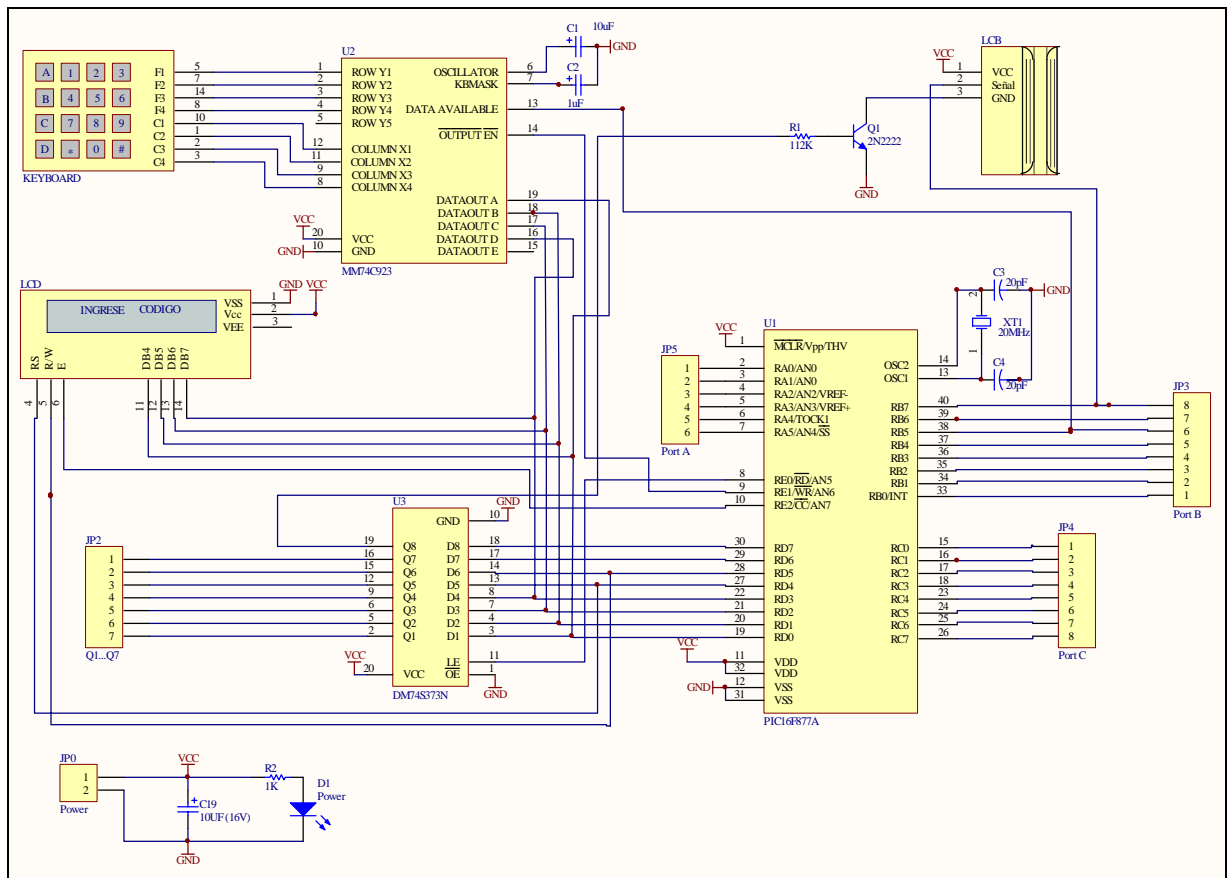
## A.2 Esquemáticos

### A.2.1 Circuito de teléfono básico

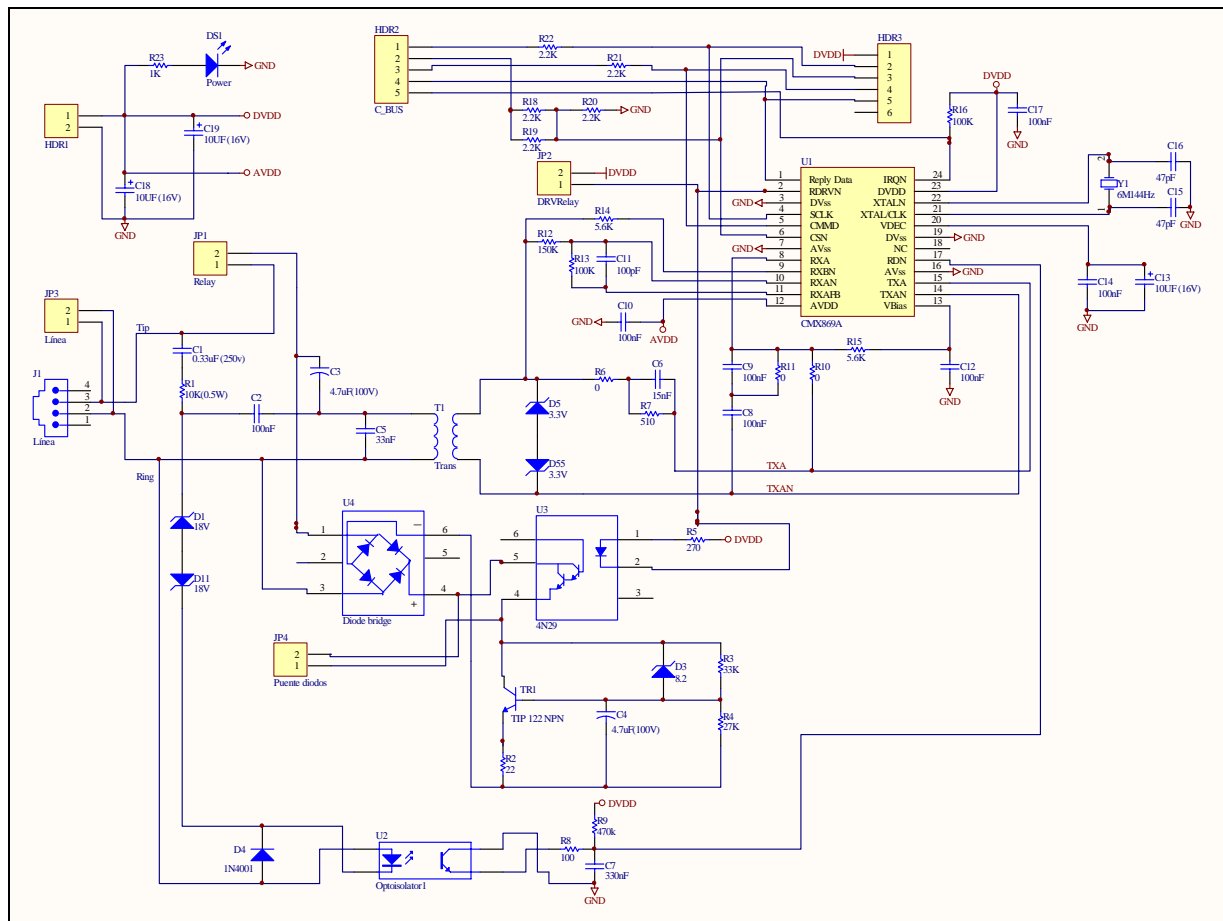




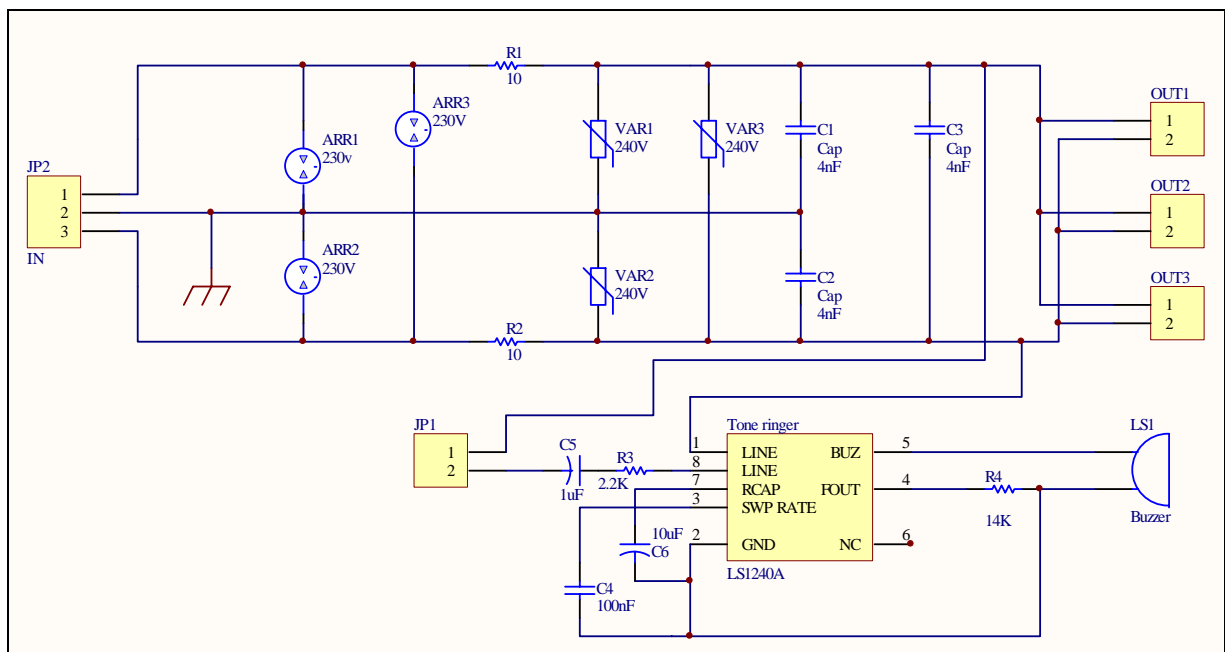
## A.2.2 Circuito de control



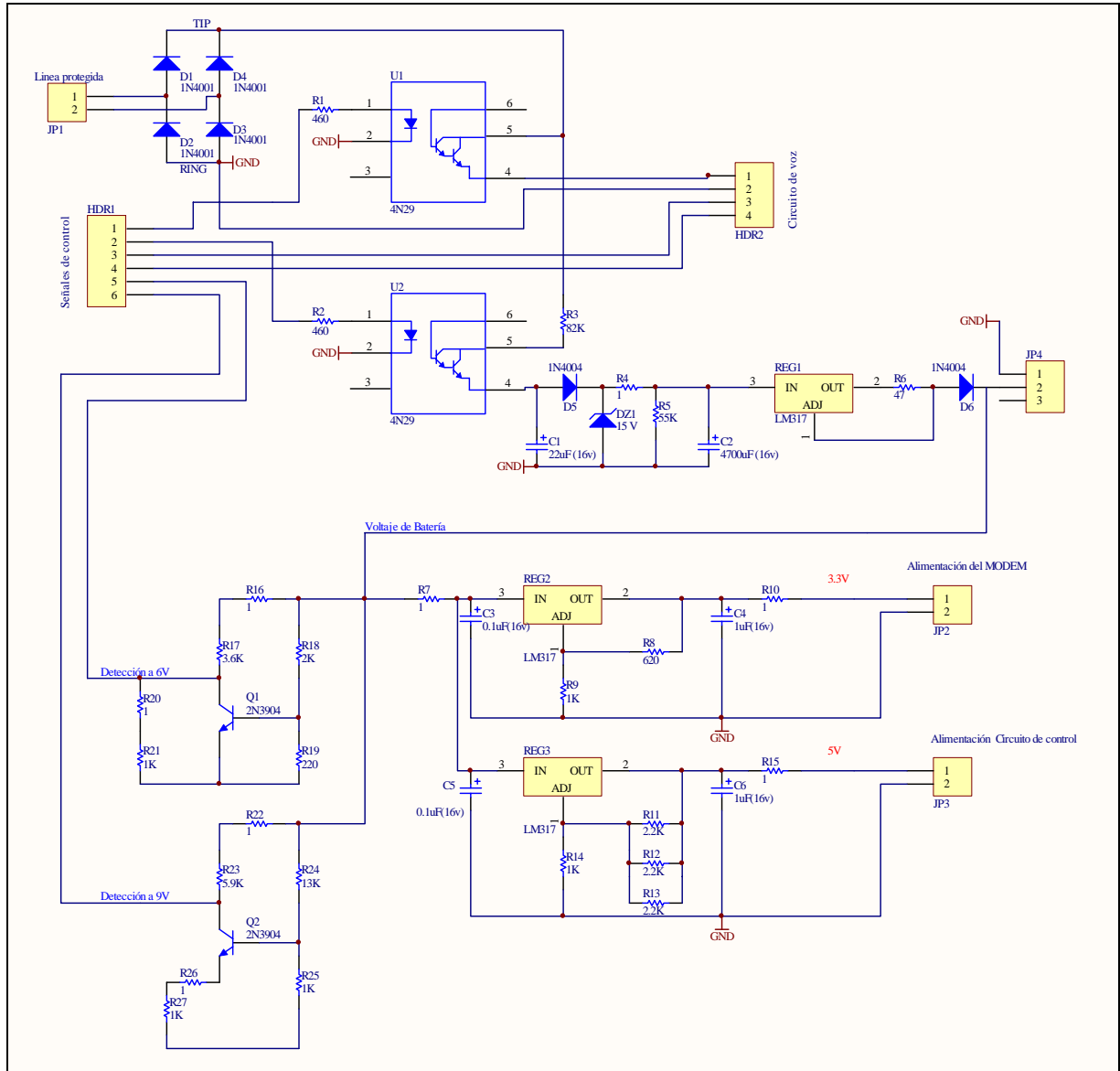
### A.2.3 MODEM



### A.2.4 Circuito de protección



## A.2.5 Circuito de carga



### A.3 Correspondencia de pines en conectores entre cada módulo

**Tabla A.1** Circuito de Carga

Conector	Número de Pin	Nombre	Correspondencia
JP1	1	Tip	Circ.protección, Out1,1
	2	Ring	Circ.protección, Out1,2
JP2	1	3.3V	MODEM, HDR1, 1
	2	GND	MODEM, HDR1, 2
JP3	1	5V	Circ.control, JP0, 1
	2	GND	Circ.control, JP0, 2
JP4	1	GND	Conector Batería 0V
	2	VCC	Conector Batería 9V
HDR1	1	Voz	Circ.control, JP2, 7
	2	Recarga	Circ.control, JP2, 6
	3	N.A	Conexión local, HDR2, 3
	4	N.A	Conexión local, HDR2, 4
	5	Detección 6V	Circ.control, JP3, 5
	6	Detección 9V	Circ.control, JP3, 4

**Tabla A.2** Circuito de protección

Conector	Número de Pin	Nombre	Correspondencia
JP1	1,2	Jumper	Conexión a la línea telefónica
JP2	1	L1	Línea telefónica
	2	GND	Línea de tierra
	3	L2	Línea telefónica
LS1	1,2	Buzzer	Conexión del Buzzer
Out1	1	Tip	Circ. Carga, JP1, 1
	2	Ring	Circ. Carga, JP1, 2
Out2	1	Tip	N.A
	2	Ring	N.A
Out3	1	Tip	MODEM, JP3,1
	2	Ring	MODEM, JP3,2

**Tabla A.3** MODEM

<b>Conector</b>	<b>Número de Pin</b>	<b>Nombre</b>	<b>Correspondencia</b>
JP1	1, 2	Jumper	Conexión a la línea telefónica
JP2	1	DVdd	Libre
	2	Control_Relay	Libre
JP3	1	Tip	Circ.protección, Out3,1
	2	Ring	Circ.protección, Out3,2
JP4	1,2	Jumper	Conexión al puente de diodos
HDR1	1	3.3V	Circ. Carga, JP2, 1
	2	GND	Circ. Carga, JP2, 2
HDR2	1	SCLK	Circ.control, JP4, 4
	2	CSN	Circ.control, JP4, 3
	3	CMMD	Circ.control, JP4, 6
	4	RDATA	Circ.control, JP4, 5
	5	IRQN	Circ.control, JP3, 7

**Tabla A.4** Circuito de Control

Conector	Número de Pin	Nombre	Correspondencia
Keyboard	1	Columna 2	Conector de teclado
	2	Columna 3	Conector de teclado
	3	Columna 4	Conector de teclado
	10	Columna 1	Conector de teclado
	5	Fila 1	Conector de teclado
	7	Fila 2	Conector de teclado
	14	Fila 3	Conector de teclado
	8	Fila 4	Conector de teclado
LCB	1	Vcc	Conector LCB
	2	Señal	Conector LCB
	3	GND	Conector LCB
LCD	1	GND	Conector LCD
	2	Vcc	Conector LCD
	3	N.C	Conector LCD
	4	RS	Conector LCD
	5	R/W	Conector LCD
	6	E	Conector LCD
	11	DB4	Conector LCD
	12	DB5	Conector LCD
	13	DB6	Conector LCD
	14	DB7	Conector LCD

**Continuación Tabla A.4**

Conector	Número de Pin	Nombre	Correspondencia
JP0	1	5V	Circ. Carga, JP3, 1
	2	GND	Circ. Carga, JP3, 2
JP2	1	N.A	
	2	N.A	
	3	N.A	
	4	N.A	
	5	N.A	
	6	Recarga	Circ. Carga, HDR1, 2
	7	Voz	Circ. Carga, HDR1, 1
JP3	1	Gancho	Circ. Carga, Gancho, 1
	2	N.A	
	3	N.A	
	4	Detección 9V	Circ. Carga, HDR1, 4
	5	Detección 6V	Circ. Carga, HDR1, 5
	6	Dato disponible	Deco teclado,U2,13
	7	IRQN	MODEM, HDR2,5
	8	Señal LCB	Conector LCB,2
JP4	1	N.A	
	2	N.A	
	3	CSN	MODEM, HDR2, 2
	4	SCLK	MODEM, HDR2, 1
	5	RDATA	MODEM, HDR2, 4
	6	CMMD	MODEM, HDR2, 3
	7	N.A	
	8	N.A	



## A.4 Código C

En la tabla A.5 se enlistan las variables globales utilizadas en el código, mencionando el tipo de variable y una descripción pequeña sobre la función que cumplen dentro del código del controlador.

**Tabla A.5** Descripción de las variables globales utilizadas en el código de programa.

Variable	Tipo	Descripción
Codigobarra[20]	Long Int	Contiene el código en 9 bits del carácter leído del LCB
muestra_cero	Long Int	Contiene el valor del tiempo de referencia para un "0" lógico.
muestra_uno	Long Int	Contiene el valor del tiempo de referencia para un "1" lógico.
Alto	Long Int	Almacena el valor del <i>timer1</i> para una barra
Bajo	Long Int	Almacena el valor del <i>timer1</i> para un espacio
Temporalito	Long Int	Almacena el valor en 9 bits del código correspondiente a un carácter.
Tecla	Int	Contiene el valor entregado por el decodificador de teclado.
TeclaASCII	Char	Contiene el valor en ASCII de la tecla presionada.
Bit_temporalito	Boolean	Contiene el valor lógico de la barra o espacio leído.

## Descripción de procedimientos o funciones del listado de código en C

De manera breve se enlistan los principales procedimientos implementados, resaltando su función y cual variable se ve afectada durante su ejecución.

- **Iniciar:** Deshabilita las interrupciones. Establece el estado de los contadores y su prescala.
- **E\_LCD:** Simula un pulso de reloj para la señal de habilitación del LCD.
- **Envia\_byte\_LCD:** Envía un dato al LCD. Recibe el valor de dos variables por valor. Variables: modo, n.
- **PosLCD:** Posiciona el cursor del LCD. Variables: xpos.

- **Mensaje\_LCD:** Envía un mensaje al LCD. Llama el procedimiento Envía\_byte\_LCD. Variables: x.
- **Ini\_LCD:** Inicializa el LCD. Envía los comandos de inicialización al LCD.
- **Barra:** Mide el tiempo correspondiente a una barra negra en el código de barras. Guarda el valor del tiempo en la variable “alto”. Variable: alto.
- **Blanco:** Mide el tiempo correspondiente a una barra negra en el código de barras. Guarda el valor del tiempo en la variable “alto”. Variable: bajo.
- **Comparar\_tiempo:** Compara los tiempos con las muestras de un “cero” y un “uno”, así establece de que valor binario se trata.
- **Capturar\_muestra:** Captura las muestras en los tiempos correspondientes a un cero o uno en el código de barras. Almacena el valor de nueve barras y espacios en una variable. Variable: temporalito.
- **Capturar:** Captura el código binario representado por nueve barras y espacios. Variable: temporalito.
- **Atención\_LCB:** Realiza la lectura de todo el código de barras en la tarjeta y almacena su valor. Variable: codigo\_barra[i].
- **ConvertirASCII:** Toma el valor de la variable “codigobarra[i]” y asigna a el correspondiente valor en ASCII a la variable “codigoASCCI”. Variable: codigoASCII.
- **Lee\_tecla:** Habilita el decodificador de teclado para leer el valor de la tecla presionada. Convierte este valor a su correspondiente valor en ASCII y lo almacena. Variable: teclaASCII.
- **Ingreso\_codigo:** Atiende la solicitud de ingreso de código al sistema ya sea por medio del teclado o del código de barras en la tarjeta.

## **A.5 Información sobre la institución**

### **A.5.1 Descripción de la empresa**

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) fue creado por el Decreto - Ley No.449 del 8 de abril de 1949 como una institución autónoma, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Está dotado de plena autonomía e independencia administrativa, técnica y financiera. Al ICE le corresponde, por medio de sus empresas, desarrollar, ejecutar, producir y comercializar todo tipo de servicios públicos de electricidad y telecomunicaciones, así como actividades o servicios complementarios a estos.

Como objetivos primarios el ICE debe desarrollar, de manera sostenible, las fuentes productoras de energía existentes en el país y prestar el servicio de electricidad. A su vez, se encarga de desarrollar y prestar los servicios de telecomunicaciones, con el fin de promover el mayor bienestar de los habitantes del país y fortalecer la economía nacional.

Posteriormente, en 1963 y por medio de la Ley No. 3226, la Asamblea Legislativa le confirió al ICE un nuevo objetivo: el establecimiento, mejoramiento, extensión y operación de los servicios de comunicaciones telefónicas, radiotelegráficas y radiotelefónicas en el territorio nacional. Tres años más tarde, instaló las primeras centrales telefónicas automáticas y, a partir de entonces, las telecomunicaciones iniciaron su desarrollo.

Con el devenir del tiempo, ha evolucionado como un grupo corporativo de empresas estatales, integrado por el propio ICE (Sectores Electricidad y Telecomunicaciones) y sus empresas: Radiográfica Costarricense S.A. (RACSA) y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. (CNFL), las cuales han trazado su trayectoria, mediante diversos proyectos de modernización desarrollados en las últimas décadas.

### **A.5.2 Descripción del departamento donde se realizará el proyecto**

El departamento donde se realizará el proyecto de graduación, es una de las nueve Unidades Estratégicas de Negocios (UEN) de esta institución, específicamente la UEN de Telefonía Pública (UENTP).

Esta Unidad Estratégica de Negocios está orientada a ofrecer un excelente servicio de comunicación pública, tanto básica como de valor agregado, acorde a las exigencias del mercado.

Esta organización regional pretende proveer de servicios oportunos y eficientes de comunicación pública, que satisfagan plenamente a sus clientes, mediante diferentes accesos y medios de pago, utilizando tecnología de avanzada, con personal capacitado y comprometido con el mejoramiento continuo.

## **Anexos**

**Anexo 1 Tipos de códigos de barras**

En la tabla 1 se muestra un resumen de algunos de los códigos de barras de una dimensión más utilizados.

**Tabla 1.** Características de algunos códigos de barras de una dimensión

<b>Código de barras</b>	<b>Características</b>
<b>Código Codabar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codifica caracteres numéricos y los símbolos: - : \$ / +</li> <li>• Longitud Variable</li> <li>• Es un código discreto; requiere caracteres de inicio/fin</li> <li>• No tiene dígito verificador</li> </ul>
<b>Código 128</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codifica todos los caracteres ASCII</li> <li>• Longitud variable</li> <li>• Es un código continuo; no requiere caracteres de inicio/fin</li> <li>• Dígito verificador interno</li> </ul>
<b>Código EAN-128</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codifica todos los caracteres ASCII</li> <li>• Longitud variable</li> <li>• Es un código continuo; no requiere caracteres de inicio/fin</li> <li>• Dígito verificador interno</li> </ul>
<b>Código 25</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codifica solo números</li> <li>• Longitud variable</li> <li>• Es un código discreto no tiene caracteres de inicio/fin</li> </ul>
<b>Código 3 de 9</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codifica todos los caracteres ASCII</li> <li>• Longitud variable</li> <li>• Es un código discreto; tiene caracteres de inicio/fin</li> <li>• Ofrece gran seguridad a la lectura</li> </ul>
<b>Código EAN-13</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codifica solo números</li> <li>• 12 caracteres y un dígito verificador</li> <li>• Es un código continuo</li> <li>• Representa un sistema de decodificación mundial</li> </ul>
<b>Código EAN-8</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codifica solo números</li> <li>• 7 caracteres y un dígito verificador</li> <li>• Es un código continuo</li> <li>• Representa un sistema de decodificación mundial</li> </ul>

## Anexo 2 Baterías NiCad

Existen diferentes tipos de material que se usan para almacenar energía. Frecuentemente las baterías toman el nombre del tipo del material utilizado para su construcción (Níquel-Cadmio, Níquel-Hierro, etc). Otras baterías toman el nombre según el material hallado en los electrodos y del tipo de electrolito utilizado. La mayoría normalmente son baterías de ácido de plomo. El material activo utilizado determina el voltaje de las celdas y el número de celdas determina el voltaje total de la batería.

Existen diferentes tipos de baterías en el mercado:

- Baterías de Níquel-Cadmio
- Plomo-ácido
- Níquel-Metalhidruro

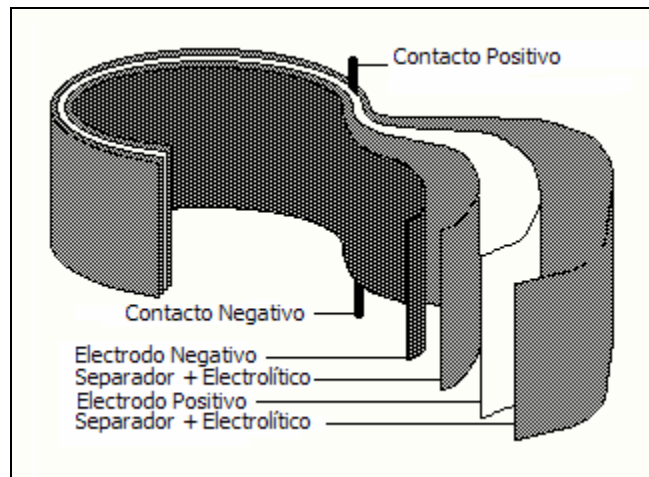
Las pilas de Níquel-Cadmio (ver figura 1), aprovechan las propiedades de estos metales proporcionando un almacenamiento y posterior suministro de la energía eléctrica.



**Figura 1** Pilas NiCad

Estas proporcionan tensiones de 1.2V. Como su nombre lo dice contienen cadmio, un metal pesado que representa un peligro ecológico.

Interiormente tienen dos electrodos, el de cadmio (negativo) y el de hidróxido de níquel (positivo), separados entre sí por un electrolito de hidróxido de potasa. Llevan también un separador situado entre el electrodo positivo y la envoltura exterior y un aislante que las cierra herméticamente, (ver figura 2).



**Figura 2** Construcción de una pila NiCad

El paquete de baterías a utilizar, esta compuesto por varias pilas individuales, cada una con su ánodo y su cátodo para guiar el flujo de corriente.

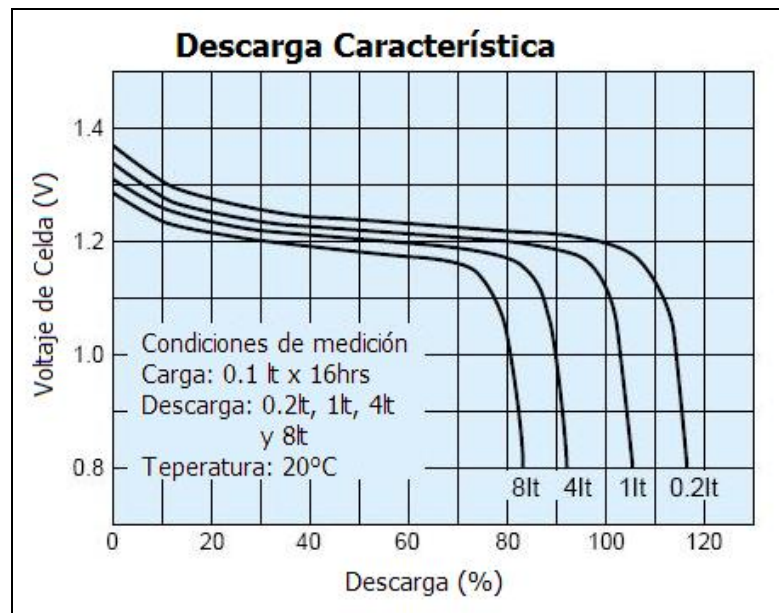
Las baterías se disponen en serie, una detrás de otra para producir la tensión requerida.

El voltaje de la pila (medido en Voltios) y su capacidad (medida en miliamperios por hora) es como el agua en un tubo. El voltaje indica la fuerza del chorro, mientras que la capacidad del tubo nos indica cuanta agua puede contener. Por esto, cuanta más capacidad tenga la pila, mas tiempo podremos disparar, mientras que cuanto más voltaje nos dé, más rápidamente se producirán los disparos.



Las baterías de Nicad presentan una serie de ventajas frente a las normales:

1. Pueden recargarse
2. Son mucho más robustas en construcción y por tanto menos propensas que las pilas normales a perder el electrolito.
3. Tienen una resistencia interna extremadamente baja
4. Mantienen la tensión prácticamente constante durante casi el 90% del ciclo de descarga, ver figura 3.



**Figura 3** Comportamiento característico de la descarga de una batería NiCad

### **Anexo 3 Hojas de datos**

# SIEMENS

## Standard Speech Circuit (SSC)

## PSB 4500 PSB 4501

### Preliminary Data

**Bipolar IC**

Type	Ordering Code	Package
PSB 4500-P	Q67000-A8146	P-DIP-20
PSB 4500-T	Q67000-A8147	P-DSO-20 (SMD)
PSB 4501-P	Q67000-A8148	P-DIP 20
PSB 4501-T	Q67000-A8149	P-DSO-20 (SMD)

The bipolar PSB 4500/4501 performs speech and interface functions required for electronic telephone sets. It performs electronic switching between dialing and speech. The IC can be operated at a minimum line voltage of 1.6 V DC to permit simultaneous use of several telephone sets. A special anticlipping control circuit prevents line distortion in the transmit direction, which may occur with large microphone signals.

### Features

- Operation down to a dc line voltage of 1.6 V (excluding polarity guard)
- Anticlippping control circuit prevents signal distortion on the line in the transmit direction caused by large microphone signals or poor supply and load conditions
- Adjustable voltage regulator for line voltage drop
- Adjustable differential DC resistance
- Current supply for external components
- Input for DTMF signals with confidence tone
- Symmetrical high-impedance inputs (68 k $\Omega$ ) for dynamic, magnetic and piezoelectric microphones
- Asymmetrical high-impedance input (34 k $\Omega$ ) for electret microphones
- Wide setting range for microphone and earpiece amplifiers
- Receiving amplifier for magnetic, dynamic and piezoelectric earpieces
- Line loss compensation depending on line current
- Adaptable gain control
- MUTE input for DTMF dialing
- Power down input for pulse dialing or register recall
- Line loss compensation switchable from 3 dB to 6 dB (only for PSB 4500)
- Special microphone MUTE input (only for PSB 4501)
- Fulfills the high German PTT noise requirements

## LS1240A LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

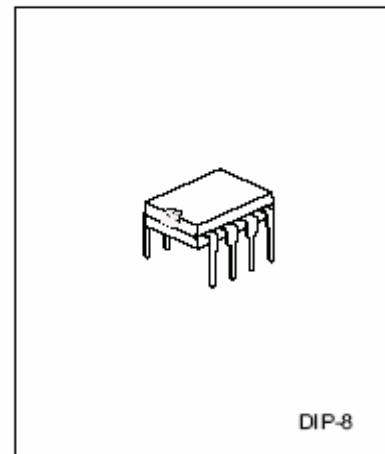
### ELECTRONIC TONE RINGER WITH BUILT-IN BRIDGE RECTIFIER

#### DESCRIPTION

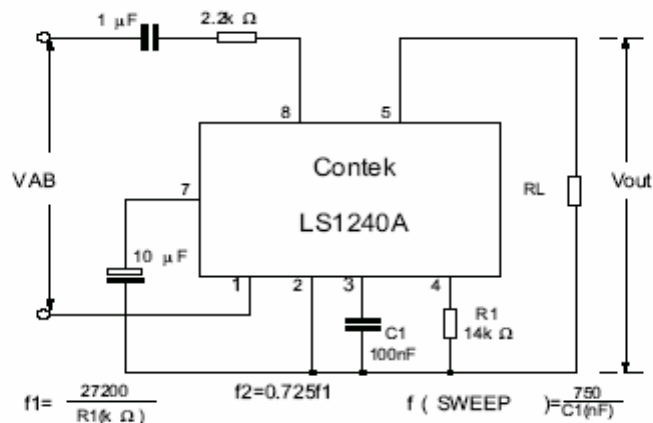
The Contek LS1240A is a monolithic integrated circuit, designed to be as a telephone ringer. It can drive directly a piezo-ceramic converter (buzzer). The output current capacity of Contek LS1240A is higher than Contek LS1240. For driving a dynamic loudspeaker, Contek LS1240A needs only a decoupling capacitor.

#### FEATURES

- \*Low current consumption, in order to allow the parallel operation of 4 devices.
- \*Integrated rectifier bridge with zener diodes to protect against over voltage.
- \*Little external circuitry.
- \*Tone and switching frequencies adjustable by external components.
- \*Integrated voltage and current hysteresis.



#### TEST CIRCUIT



Contek Microelectronics Co.,Ltd.

<http://www.contek-ic.com> E-mail:sales@contek-ic.com

1



October 1987  
Revised April 2001

## MM74C922 • MM74C923 16-Key Encoder • 20-Key Encoder

### General Description

The MM74C922 and MM74C923 CMOS key encoders provide all the necessary logic to fully encode an array of SPST switches. The keyboard scan can be implemented by either an external clock or external capacitor. These encoders also have on-chip pull-up devices which permit switches with up to 50 k $\Omega$  on resistance to be used. No diodes in the switch array are needed to eliminate ghost switches. The internal debounce circuit needs only a single external capacitor and can be defeated by omitting the capacitor. A Data Available output goes to a high level when a valid keyboard entry has been made. The Data Available output returns to a low level when the entered key is released, even if another key is depressed. The Data Available will return high to indicate acceptance of the new key after a normal debounce period; this two-key roll-over is provided between any two switches.

An internal register remembers the last key pressed even after the key is released. The 3-STATE outputs provide for easy expansion and bus operation and are LPTTL compatible.

### Features

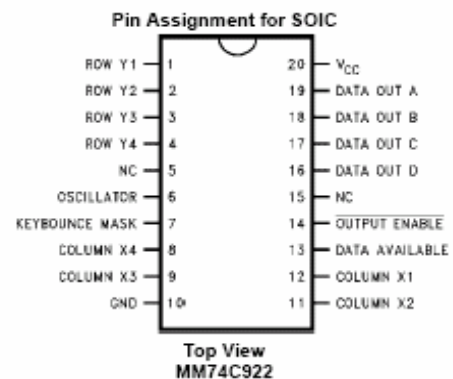
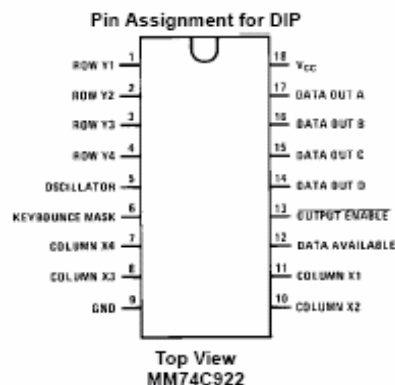
- 50 k $\Omega$  maximum switch on resistance
- On or off chip clock
- On-chip row pull-up devices
- 2 key roll-over
- Keybounce elimination with single capacitor
- Last key register at outputs
- 3-STATE output LPTTL compatible
- Wide supply range: 3V to 15V
- Low power consumption

### Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
MM74C922WM	M20B	20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300" Wide
MM74C922N	N18B	18-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
MM74C923WM	M20B	20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300" Wide
MM74C923N	N20A	20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Device also available in Tape and Reel. Specify by appending suffix letter "X" to the ordering code.

### Connection Diagrams





# PIC16F87X

## 28/40-pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

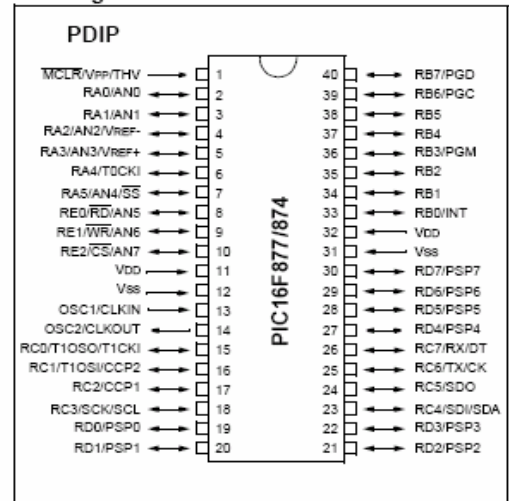
### Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873      • PIC16F876
- PIC16F874      • PIC16F877

### Microcontroller Core Features:

- High-performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input  
DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,  
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)  
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM data memory
- Pinout compatible to the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and  
Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC  
oscillator for reliable operation
- Programmable code-protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low-power, high-speed CMOS FLASH/EEPROM  
technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two  
pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption:
  - < 2 mA typical @ 5V, 4 MHz
  - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
  - < 1 µA typical standby current

### Pin Diagram



### Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler,  
can be incremented during sleep via external  
crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period  
register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master  
Mode) and I<sup>2</sup>C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver  
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address  
detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with  
external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for  
Brown-out Reset (BOR)





**CML Microcircuits**  
COMMUNICATION SEMICONDUCTORS

# CMX869A

## Low Power V.32 bis Modem with Auto / Manual Connect

D/869A/2 August 2005

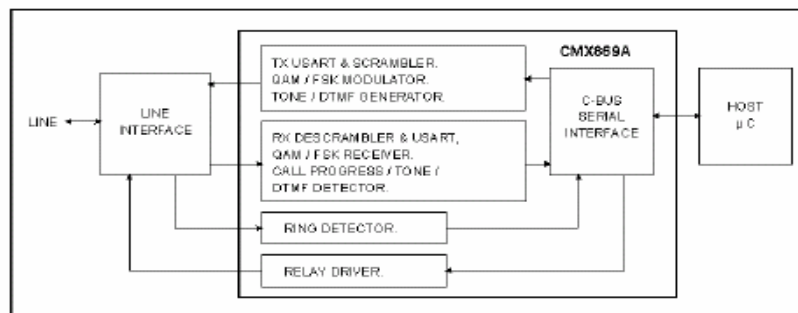
Provisional Issue

### Features

- V.32 bis/V.32/V.22 bis/V.22 Automodem (14400, 12000, 9600, 7200, 4800, 2400, 1200 bps Duplex)
- V.22 bis / V.22 Manual Modem (2400, 1200 bps)
- V.23 (1200/75, 1200/1200, 75, 1200 bps FSK)
- Bell 202 (1200/150, 1200/1200, 150, 1200 bps FSK)
- V.21 or Bell 103 (300/300 bps FSK)
- DTMF/Tones Transmit and Receive
- 'Powersave' Standby Mode
- Asynchronous, Synchronous and HDLC Modes

### Applications

- EPOS Terminals
- Telephone Telemetry Systems
- Remote Utility Meter Reading
- Security Systems
- Industrial Control Systems
- Electronic Cash Terminals
- Pay-Phones
- Cable TV Set-Top Boxes



### 1. Brief Description

The CMX869A is a multi-standard modem for use in EPOS terminals, telephone based information and telemetry systems. It can transmit and detect standard DTMF and modem calling and answer signals or user-specific programmed single or dual tone signals. A general purpose Call Progress signal detector is also included. Flexible line driver and receive hybrid circuits are integrated on chip, requiring only passive external components to build a 2 or 4-wire line interface.

The device features a software controlled hook switch Relay Drive output and a Ring Detector circuit, which continue to function when the device is in Powersave mode. When a line voltage reversal or ringing signal is detected, the Ring Detector Circuit can provide an interrupt which can be used to wake up the host  $\mu$ Controller.

Control of the device is via a simple, high-speed serial bus that operates in normal and Powersave modes, which is compatible with most types of  $\mu$ C serial interface. The data transmitted and received by the modem is also transferred over the same serial bus. On-chip programmable Tx and Rx USARTs, compatible with V.14, are provided for use with asynchronous data and to allow unformatted synchronous data to be received or transmitted as 8-bit words or received as an HDLC packet.

The CMX869A operates from a single 3.3V supply over a temperature range of  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+85^{\circ}\text{C}$  and is available in 24-pin TSSOP (E2), SOIC (D2) and DIL (P4) packages.

**MOTOROLA**

Order this document by LM317/D

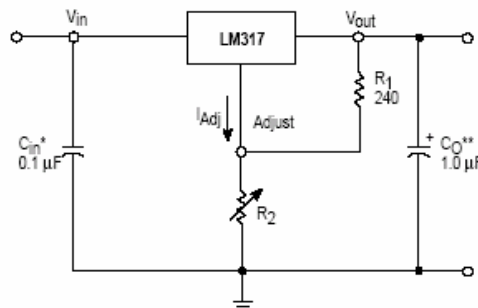
**LM317**

## Three-Terminal Adjustable Output Positive Voltage Regulator

The LM317 is an adjustable 3-terminal positive voltage regulator capable of supplying in excess of 1.5 A over an output voltage range of 1.2 V to 37 V. This voltage regulator is exceptionally easy to use and requires only two external resistors to set the output voltage. Further, it employs internal current limiting, thermal shutdown and safe area compensation, making it essentially blow-out proof.

The LM317 serves a wide variety of applications including local, on card regulation. This device can also be used to make a programmable output regulator, or by connecting a fixed resistor between the adjustment and output, the LM317 can be used as a precision current regulator.

- Output Current in Excess of 1.5 A
- Output Adjustable between 1.2 V and 37 V
- Internal Thermal Overload Protection
- Internal Short Circuit Current Limiting Constant with Temperature
- Output Transistor Safe-Area Compensation
- Floating Operation for High Voltage Applications
- Available in Surface Mount D<sup>2</sup>PAK, and Standard 3-Lead Transistor Package
- Eliminates Stocking many Fixed Voltages

**Standard Application**

\*  $C_{in}$  is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.

\*\*  $C_O$  is not needed for stability, however, it does improve transient response.

$$V_{out} = 1.25 \text{ V} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{Adj} R_2$$

Since  $I_{Adj}$  is controlled to less than 100  $\mu\text{A}$ , the error associated with this term is negligible in most applications.

### THREE-TERMINAL ADJUSTABLE POSITIVE VOLTAGE REGULATOR

#### SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

**T SUFFIX**  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 221A

Heatsink surface  
connected to Pin 2.



Pin 1. Adjust  
Pin 2.  $V_{out}$   
Pin 3.  $V_{in}$

**D2T SUFFIX**  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 936  
(D<sup>2</sup>PAK)

Heatsink surface (shown as terminal 4 in  
case outline drawing) is connected to Pin 2.

**ORDERING INFORMATION**

Device	Operating Temperature Range	Package
LM317BD2T	$T_J = -40^\circ \text{ to } +125^\circ \text{C}$	Surface Mount
LM317BT		Insertion Mount
LM317D2T	$T_J = 0^\circ \text{ to } +125^\circ \text{C}$	Surface Mount
LM317T		Insertion Mount

© Motorola, Inc. 1986

Rev 1